A. Hydr.
1512/2

A. hydr.

1512 n

Landolt

Die Bäche,

Schneelawinen und Steinschläge

und die

Mittel zur Verminderung der Schädigungen durch dieselben.

Mit 19 lithographirten Tafeln.

Von

El. Landolt,

Professor und a. Oberforstmeister.

Herausgegeben vom schweizerischen Forstverein.

ZÜRICH,
Druck von Orell Füssli & Co.
1886.

MONTANENSIS

BIBLIOTECA
PISCHIA
MONACENSIS

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Vorwort 1
Einleitung 3

I. Die Bäche.

A. Die Bäche und deren Einfluss auf ihre Umgebung und die Flüsse.

1. Vorkommen und Beschaffenheit der Bäche 7
Sammelgebiet 8
Erosionsgebiet 8
Unterer Lauf 9
Gebirgsbäche 9
Bäche des Hügellandes 10
Bäche der Ebene 10
2. Veränderungen an den Bächen und Schädigungen durch dieselben 11
Aenderungen im Längen- und Querprofil und daherige Folgen 11
Stauvorrichtungen und Weier und deren Einfluss 14
Flösserei und deren Wirkung 15
Schädigungen durch die Bäche 15
3. Ursachen der Veränderlichkeit im Wasserstand der Bäche 16
Witterungsverhältnisse 16
Entwaldung und Entwässerung im Quellengebiet 17

B. Vorkehrungsmittel gegen die Schädigungen durch die Bäche.

4. Verhinderung des zu raschen Abfliessens des Wassers im Quellengebiet ... 21
Erhaltung, Verbesserung und Vermehrung der Wälder 21
Entwässerung nasser Stellen 23
Erhaltung der Sümpfe, Hochmoore, Weier und Seen 23
Horizontalgräben an steilen Hängen (Sickergräben) 24
5. Beseitigung der dem regelmässigen Abfluss des Wassers entgegenstehenden Hindernisse 24
Grosse Steine 24
Geschiebsanhäufungen 25
Unterwaschung und Beschädigung der Ufer 26
Wasserfälle und Kolke 27
Scharfe Krümmungen 28
Ungleiche Breite 28
Bodenabschwemmungen und Abrutschungen 29

Seite

6. Verhinderung schädlicher Benutzung der Bäche 30
   Brauchwasser 30
   Ableitung und Ablagerung unbrauchbarer Gegenstände 30
   Wässerungs- und Wasserwerkskanäle 31
   Holzflösserei 32
   Furthen, Stege und Brücken 32

C. Vorkehrungen zur Sicherung der Sohle und der Ufer der Bäche.

7. Zweck der Sohlen- und Uferversicherung 33
8. Wirkung des Wassers und deren Modifikation durch die ausgeführten Bauten 34
   Allgemeines 34
   Längenprofil 35
   Querprofil 36
   Schwellen und Sperren 37
   Schalen 38
9. Die verschiedenen Bausysteme 39
   Schalen 39
   Parallelwuhre 40
   Sporen 40
   Hochwasserdämme 40
   Schwellen und Sperren 41
   Entwässerung und Begrünung steiler Hänge 41
10. Wahl zwischen den verschiedenen Bausystemen 42
   Unterer Bachlauf 43
   Schlucht 43
   Sammelgebiet 44
   Baumaterial 45
   Schlussfolgerungen 46
11. Allgemeine Bemerkungen über die Ausführung der wichtigsten Bauten ... 47
   Schalen 47
   Sperren 47
   Parallelwuhre und Sporen 52
   Querprofile 53
   Hochwasserdämme (Doppelprofil) 53
   Einmündungen 53
12. Konstruktion der Bauten 55
   Holzbauten (Flechtwerke, Faschinen, Stammholz, Stammholz und Faschinen) 55
   Steinbauten (Steinwürfe, Steinpflaster, Trockenmauern, Mörtelmauern, Beton) 63
   Bauten aus Stein und Holz (Steine, Schutt, Stammholz, Flechtwerk, Faschinen) 66
   Erdbauten 69
13. Projektirung der Bauten 70
   Grundriss 70
   Längen- und Querprofile 70
   Aenderungen im Lauf der Bäche 71
   Sohlenversicherungen... 72
   Sicherstellung der Ufer 73
   Furthen und Tränken, Stege und Brücken 73

Seite

14. Anfertigung der Voranschläge 74
Landerwerb 74
Baumaterialien 75
Bau-, Projektions- und Aufsichtskosten 75
Transportmittel und Werkzeuge 76
Unvorhergesehenes 76
Einheitspreise 77

15. Ausführung der Bauten 78
In Regie oder im Akkord 78
Bauaufsicht 78
Anordnung, Reihenfolge und Ausführung 79
Allgemeine Regeln 81

16. Sicherung der Einhänge in die Bäche gegen Verrutschung und Abschwemmung des Bodens 83
Sanfte Böschungen am Fusse der Hänge 83
Bodennässe und Entwässerung (Offene Gräben, Drainage, Stein- und Faschinen-Tollen) 83
Bindung des Bodens (Flechtzäune, Faschinen, Trockenmauern) 86
Begrünung des Bodens (Berasung, Aufforstung) 88

17. Ergänzung und Unterhaltung der Wuhr- und Schutzbauten 89
Ergänzungsarbeiten 90
Provisorische Schutzmittel 91
Unterhaltungsarbeiten 91
Ueberwachung und Ausbesserung im Allgemeinen 91
Wässerungs- und Wasserwerkskanäle, Furthen, Tränken 93
Flösserei 93
Brücken und Stege 94
Entwässerungsanlagen 95
Bindung des Bodens 95
Waldanlagen 95

D. Wuhrpflicht und Organe zur Ordnung und Ueberwachung der Erfüllung derselben.

18. Pflicht zur Mitwirkung bei Wasserbauten 96
Wer ist wuhrpflichtig? 96
Wasserbaupolizeigesetzliche Bestimmungen 97
Grundsätze für die Ordnung der Wuhrpflicht 98

19. Organisation und Verwaltung der Wuhrgenossenschaften 99
Aufsicht und Aufsichtsorgane 99
Wuhrgenossenschaften 100
Wuhrreglemente 101
Muster zu einem Wuhrreglement 101

E. Welchen Erfolg darf man von den Schutzbauten an den Bächen und den Einhängen in dieselben und von einer guten Handhabung der Wasserbaupolizei erwarten?

Seite

20. In den Bächen und deren Umgebung... 105
Bei Herstellung des Gleichgewichtsgefälls 105
Bei Beseitigung der Hauptübelstände 106
Hindernisse für den Erfolg und Ueberwindung derselben 106

21. Im Allgemeinen 107
Folgen für die Flüsse 107
„ „ „ Bachgebiete 108
„ „ das ganze Land 108
Daherige Beitragspflicht der Gemeinden, des Staates und Bundes 108

II. Die Lawinen.

1. Ursachen, Entstehung und Wirkung der Lawinen 110
Schneefall 110
Bewegung des gefallenen Schnees 111
Staublawinen 112
Grundlawinen 112
Entstehung und Folgen der Lawinen 113

2. Mittel zur Verminderung der Schädigungen durch Lawinen 115
Bann- und Schutzwälder 115
Wahl der Baustelle für Häuser und Ställe 117
Spaltecken zum Schutz der Gebäude 118
Gallerien zum Schutz der Strassen 118

3. Mittel zur Verhinderung der Entstehung der Schneelawinen 119
Horizontalgräben 119
Terrassirung der Anbruchstellen 120
Pfahlwehren 120
Trockenmauern 120
Aufforstung der Anbruchstellen 121

4. Einleitung und Projektirung der Lawinenverbauungen 121
Voruntersuchungen 121
Beitragspflicht und Bildung von Korporationen 123
Projektirung der Verbauungsarbeiten 124

5. Ausführung und Unterhaltung der Lawinenverbauungen... 127
Einleitung der Arbeiten 127
Verpfählungen 128
Trockenmauern 129
Terrassirung 130
Schneebrücken 131
Unterhaltung der Bauten 131
Aufforstung der Anbruchflächen 131

III. Die Steinschläge.

	Seite
1. Ursachen, Entstehung und Wirkung der Steinschläge	133
Steinschläge	133
Schutthalden	134
Bergstürze	134
2. Mittel zur Verminderung der Schädigungen durch Steinschläge	135
Pflege und Verjüngung der Waldbestände	135
Neue Aufforstungen	136
Trockenmauern	138
Flechtzäune...	139
Aufforstung der Schutthalden	139
Unterhaltung der Schutzbauten	139
Beitragspflicht	139

Verzeichniss der Zeichnungen.

Fig. 1. Schale mit kreissegmentförmigem Querschnitt.
„ 2. „ „ trapezförmigem Querschnitt.
„ 3. Uferversicherung mit Trockenmauern.
„ 4. „ „ Böschungspflaster.
„ 5. „ „ Steinwurf.
„ 6. „ „ Blockwänden.
„ 7 *a, b* und *c*. „ „ Flechtzäunen.
„ 8. „ „ Senkwalzen.
„ 9. „ „ Wippenwuhren und Hochwasserdämmen.
„ 10. Sporen, aus Steinen und Geschieben, an der Oberfläche gepflastert.
„ 11. „ mit Wippenbau und gepflasterter Krone.
„ 12. „ mit Flechtzäunen, Schuttfüllung und gepflasterter Krone.
„ 13. Grundriss einer Sporrenverbauung mit Längswuhr.
„ 14. „ „ „ ohne Verbindung der Köpfe.
„ 15 *a, b* und *c*. Schwelle mit einem Querholz.
„ 16 *a, b* und *c*. „ „ zwei Querhölzern und leichtem Sturzbett.
„ 17 *a, b* und *c*. „ „ drei „ „ stärkerem Sturzbett.
„ 18 *a, b* und *c*. „ aus einer Faschine mit einer Steinvorlage.
„ 19 *a, b* und *c*. „ „ zwei Faschinen mit Streuholz und Vorschwelle.
„ 20 *a, b* und *c*. „ „ einem Flechtzaun mit einer Steinvorlage.
„ 21 *a, b* und *c*. „ „ „ „ „ Befestigung rückwärts und Sturzbett.
„ 22 *a* und *b*. Sperre, einfache, aus Pfählen und Querhölzern mit Steinpflaster und Steinvorlage.
„ 23 *a* und *b*. „ desgleichen, zwei sich aneinander anschliessende.

Fig. 24 *a* und *b*. Sperre, höhere, mit Anzug und Schuttfüllung.
„ 25 *a, b* und *c*. „ Kastenwerk mit Flügeln, Pflasterung und Steinvorlage.
„ 26 *a* und *b*. „ Balkenwand mit Steinvorlage.
„ 27 *a, b* und *c*. „ aus geradliniger Trockenmauer mit horizontaler Krone und gepflastertem Sturzbett, ohne Anzug.
„ 28 *a, b* und *c*. „ mit Rost, ohne Anzug, muldenförmiger Ueberlauf und gepflastertes Sturzbett.
„ 29 *a, b* und *c*. „ liegendes Gewölbe, mit Anzug, einseitigem Ueberlauf und Widerlager, Steinvorlage.
„ 30 *a, b* und *c*. „ liegendes Gewölbe, mit horizontaler Krone, Flügeln, stafelförmiger Front und Sturzbett.
„ 31. Grundriss eines verbauten Baches (oberer Theil des Huzikerbaches).
„ 32. Längenprofil desselben Baches.
„ 33. Grundriss eines verbauten Baches (oberer Theil des Mööserengrabens bei Bettelriedt).
„ 34. Längenprofil desselben Baches.
„ 35 *a, b* und *c*. Drainage und Röhrenverbindung.
„ 36. Entwässerung mit Faschinen.
„ 37. „ „ Steintollen (Schütttolle).
„ 38. „ nasser Flächen, Grabennetz und Ableitung des von oben zufliessenden Wassers.
„ 39. Horizontal- oder Sickergräben zur Zurückhaltung des Regen- und Schneewassers.
„ 40 *a* und *b*. Flechtzaun zur Verbauung von Rutschflächen.
„ 41 *a* und *b*. Faschinen „ „ „ „
„ 42 *a* und *b*. Trockenmauer zur Verbauung von Rutschflächen.
„ 43 *a* und *b*. Grundriss und Profil einer verbauten Rutschfläche.
„ 44. Einmündung der Bäche in die Flüsse.
„ 45. „ „ „ „ „ Seen mit steiler Halde.
„ 46. „ „ „ „ „ „ „ flacher Halde.
„ 47 *a* und *b*. Verpfählung zur Verhütung von Schneelawinen.
„ 48 *a* und *b*. Flechtzäune „ „ „ „
„ 49 *a* und *b*. Verpfählung „ „ „ „ mit Befestigung rückwärts und Raum für die Schneeanhäufung.
„ 50. Trockenmauer zur Verhütung von Schneelawinen.
„ 51. „ „ „ „ „ mit Raum für die Schneeablagerung.
„ 52 *a* und *b*. Schneebrücke.
„ 53. Grundriss einer Lawinenverbauung bei Zuz, Engadin.

Vorwort.

Die Erhaltung des produktiven Bodens, der Schutz desselben und seiner Erzeugnisse gegen Schädigungen durch elementare Ereignisse und die Steigerung seiner Ertragsfähigkeit bildet eine Aufgabe, die um so dringender eine befriedigende Lösung fordert, je stärker sich die Bevölkerung mehrt, je grössere Ansprüche dieselbe an das Leben macht und je mehr unsere Landwirthschaft und Industrie mit der Konkurrenz des Auslandes zu kämpfen hat. Es ist daher Pflicht Aller, denen das Wohl des Volkes am Herzen liegt, ihr Möglichstes zu thun, der Verminderung des fruchtbaren Bodens, der Abnahme der Ertragsfähigkeit desselben und den Schädigungen seiner Erzeugnisse nach besten Kräften vorzubeugen.

Zu den den Boden und seine Erzeugnisse in hohem Masse gefährdenden Naturereignissen gehören unstreitig die Hochwasser und — wenn auch in geringerem Grad — die Schneelawinen und Steinschläge. — Für die Verminderung der Schädigungen durch Hochwasser ist in den letzten 30 Jahren viel gethan worden, aus nahe liegenden Gründen jedoch vorzugsweise an den grösseren, das werthvollste Eigenthum schädigenden Gewässern. — Sollen die Bauten, welche an den Flüssen ausgeführt wurden, ihre Aufgabe dauernd erfüllen, so müssen auch die Quellen des Uebels, die Geschiebe führenden Bäche in's Auge gefasst und in einen Zustand gebracht werden, in dem sie den Flüssen das Wasser langsamer und mit weniger Geschieben belastet zuführen.

Diese Aufgabe vertheilt sich auf ein weites, meist schwer zugängliches, bis jetzt wenig beachtetes Gebiet und kann nur befriedigend gelöst werden, wenn sich möglichst weite Kreise der Bevölkerung dabei betheiligen und die Lokalbeamten sich so mit derselben vertraut machen, dass sie auch beim technischen Theil ihrer Lösung mitwirken können.

Ganz ähnlich verhält es sich mit den Schneelawinen und Steinschlägen, deren Wirkungen sich gar oft auch auf die Gewässer erstrecken.

Der schweizerische Forstverein, der sich seit bald 30 Jahren auch mit der, der Forstwirthschaft sehr nahe stehenden Regulirung des Wasserabflusses in den Bächen beschäftigt, glaubt, den Sinn für diese mehren und steigern zu können, durch Herausgabe einer Schrift, in der einerseits die Ursachen und Wirkungen der erwähnten Naturerscheinungen dargestellt und anderseits in anschaulicher, leicht verständlicher Weise die Mittel besprochen werden, welche geeignet erscheinen, den grössten Uebelständen vorzubeugen und befriedigende Zustände herbeizuführen.

Die Ausarbeitung dieser Schrift wurde dem Unterzeichneten übertragen; sie liess lange auf sich warten. Der Grund der Verzögerung liegt einerseits in anderweitigen Berufsgeschäften des Verfassers, anderseits in der lebhaften Besprechung der Wildbachverbauungsangelegenheiten während der letzten Jahre und der Wünschbarkeit, die Ergebnisse derselben soweit als möglich für die vorliegende Arbeit verwenden zu können.

Bei der Ausarbeitung wurden die Schriften von Coaz, Culmann, Demontzey, von Salis und von Seckendorff, die Projekte von Rohr und solche von den kant. Wasserbaubüreau's von Bern und Zürich benutzt, über dieses erhielt der Verfasser von Ingenieuren und Förstern, welche auf diesem Gebiete thätig sind, sehr verdankenswerthe Mittheilungen und Belehrungen.

Das kleine Buch macht weder auf systematische Anordnung und wissenschaftliche Behandlung des Stoffs noch darauf Anspruch, neue Vorschläge zur Lösung der verschiedenen Aufgaben zu machen, es will lediglich die bösen Folgen sorglosen Gehenlassens hervorheben, die bekannten und bewährten Mittel zur Verminderung derselben zusammenstellen und den Lesern zum Verständniss bringen, und letzteren zeigen, wie erstere unter unsern Verhältnissen anzuwenden seien und welchen Erfolg man von ihnen erwarten dürfe.

Möge die Schrift diesen Zweck erfüllen und recht viele Leser nicht nur zu sorgfältiger Prüfung der Vorschläge, sondern auch zu kräftiger Förderung der Ausführung derselben veranlassen!

Zürich, im Mai 1886. ***Der Verfasser.***

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS

Einleitung.

Die Wildbäche bedrohten von jeher ihre Anwohner in so hohem Masse, dass letztere schon früh darauf Bedacht nehmen mussten, sich gegen Schädigungen durch dieselben zu schützen. Selbstverständlich kamen Schutzmittel zunächst nur da zur Anwendung, wo die Gefahr am grössten war, also an den Bächen, welche ganze Ortschaften oder einzelne Häuser, Strassen oder werthvolle Güter gefährdeten und auch an diesen in der Regel nur im unteren Theil — auf dem Schuttkegel und im Thal.

Die Vorkehrungen, welche getroffen wurden, hatten den Zweck, dem Wasser und dem mit ihm an den Fuss der Hänge gelangenden Geschiebe über den Schuttkegel einen bestimmten Weg anzuweisen, die Bachufer im Thal zu schützen und das Wasser am Austreten zu verhindern.

Auf dem Schuttkegel bestunden die Arbeiten in der zeitweiligen Räumung des Bachbettes, im Schutz der Ufer desselben durch Anlegung grosser Steine und in der Erstellung von Mauern oder Dämmen an denjenigen Stellen, an denen die Gefahr des Ausbrechens des Wassers am grössten war; im Thal in der Befestigung der gefährdeten Ufer durch Mauern, Sperren, Holzwände, Flechtwerke etc. und in der Herstellung von Dämmen im Gebiete der Erhöhung der Sohle. Später traten da, wo man grossen Werth darauf setzen musste, Wasser und Geschiebe auf dem kürzesten Wege an Orte zu leiten, an denen beide — wenigstens scheinbar — keinen grossen Schaden veranlassen konnten, Kanäle und Schalen verschiedener Form und Bauart an die Stelle der früheren kunstlosen Bauten.

Die Quellen des Uebels — das obere Sammelgebiet und die Schluchten und Runsen — wurden wenig beachtet, weil die dort eintretenden Schädigungen geringwerthige Güter trafen, der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung nicht genügend gewürdigt wurde, und die Ausführung von Bauten im obersten Theil unnöthig und in den Runsen mit zu grossen Schwierigkeiten verbunden zu sein schien. Von vereinzelten Versuchen

abgesehen, wurden erst gegen die Mitte des laufenden Jahrhunderts ernstliche Schritte zur Verminderung der Schuttlieferung aus den Runsen und zur Vertheilung, beziehungsweise Zurückhaltung der Geschiebe auf den Schuttkegeln und an deren Fuss gethan.

Als dann in den 1850er Jahren die Korrektion der Flüsse unter kräftiger Mitwirkung des Bundes energischer als früher an die Hand genommen wurde, fing man an, auch die Verhältnisse der Bäche ernstlicher zu studiren, weil man, wenn die Flusskorrektionen dauernden Erfolg haben sollten, darauf Bedacht nehmen musste, den allzuraschen Wasserzufluss und die Zuführung von Geschieben zu vermindern.

Als wirksamste Mittel zur Erreichung dieses Zweckes erkannte man: Die Verhinderung weiterer Vertiefung der Bachsohlen in den Runsen, beziehungsweise die Erhöhung derselben durch Erstellung von Querbauten (Sperren, Trommschwellen, Traversen) und — soweit die Geschiebe nicht auf öde Plätze oder in Seen abgeleitet werden konnten — das Zurückhalten der letzteren in den Runsen, auf den Schuttkegeln und am Fusse derselben oder in eigens hiefür errichteten Geschiebssammlern.

Die Ausführung derartiger Bauten suchte auch der schweizerische Forstverein nach besten Kräften zu fördern und es gelang ihm, den Sinn für dieselben unter der Bevölkerung zu wecken und mit Hülfe des Bundes und der Kantone, unter Mitwirkung der Ingenieure und Förster eine nicht geringe Anzahl solcher zu erstellen, — In den obersten Gebieten wurde noch wenig geleistet, obschon man davon überzeugt ist, dass es zweckmässig wäre, das Uebel durch Verhinderung der Vertiefung alter und der Bildung neuer Gräben an der Wurzel anzugreifen.

Bei allgemeinerer Inangriffnahme derartiger Bauten musste auch die Frage erwogen werden: *Wer soll dieselben projektiren, leiten und nach der Ausführung überwachen?* Die Einen neigten sich mehr dahin, diese Aufgabe den Ingenieuren zuzuweisen, während Andere dafür hielten, es müsse wenigstens die Aufsicht über die Unterhaltung der in der Waldregion und ob derselben ausgeführten Bauten den Förstern zugewiesen werden, weil ihre Berufsgeschäfte sie viel häufiger in diese Gegenden führe, als die Ingenieure. Weist man die Unterhaltung den Förstern zu, so ist es zweckmässig, denselben auch die Projektirung und Leitung der Neubauten zu übertragen, um so mehr, als sie in der Regel mit Aufforstungsarbeiten verbunden sind.

Nach sorgfältiger Würdigung aller Verhältnisse einigte man sich dahin, die Projektirung und Leitung umfassender Bauten auf den Schuttkegeln und in der Schlucht grosser Bäche sei den Ingenieuren zu über-

tragen, während die Schutzbauten im obern Sammelgebiet und diejenigen in den Runsen und im weiteren Verlauf der kleinern Bäche des Gebirges, Hügellandes und der Ebene in der Regel den Förstern zuzuweisen sei.

Dieser Ansicht trat auch der schweizerische Forstverein bei; er fasste daher im Herbst 1882 in St. Gallen den Beschluss, es sei die Herausgabe einer populären Anleitung zur Regulirung des Wasserlaufes in den wilden und zahmen Bächen und zur Ausführung und Unterhaltung der in denselben zu diesem Zwecke vorzunehmenden Bauten anzustreben. Im Sommer 1884 wurde dieser Beschluss in Frauenfeld dahin erweitert, es sei in der fraglichen Schrift auch die Verbauung der Schneelawinen, Steinschläge und Schutthalden zu behandeln.

Diesen Beschlüssen hat die nachfolgende Arbeit ihre Entstehung zu verdanken. Möge sie den Anforderungen genügen und den guten Zweck, den der Forstverein im Auge hat, in wirksamer Weise fördern!

I. Die Bäche.

A. Die Bäche und deren Einfluss auf ihre Umgebung und die Flüsse.

1. Vorkommen und Beschaffenheit der Bäche.

Die Bäche bilden ein stark verzweigtes Netz, das im Berg- und Hügelland und auf undurchlassendem Boden engmaschiger ist als in der Ebene, in stark zerklüfteten Gebirgen und im Schutt und Sand. Die Gestalt der Bodenoberfläche ist in hohem Mass vom Lauf und der Beschaffenheit der Bäche abhängig.

Die Ebenen sind arm an Bächen, deren Quellen- oder Sammelgebiete in denselben selbst liegen und die vorhandenen beleben wohl die Gegend, modifiziren aber die Gleichförmigkeit der Bodenoberfläche nur wenig, weil ihre Rinnsale nicht tief in den Boden eingeschnitten sind. Nicht selten verlieren sie sich im Schutt und Sand so, dass sie keinen sichtbaren Abfluss in die Flüsse oder Seen haben. In solchen Gegenden tritt die Bedeutung der Bäche zurück, wogegen die Flüsse als Zerstörer und Segenspender eine grosse Rolle spielen.

Im Hügelland ist die Zahl der Bäche grösser, umsomehr als nicht nur die Quellen, sondern auch die in den muldenförmigen Vertiefungen mit undurchlassendem Untergrunde vorhandenen kleineren und grösseren Wasseransammlungen Veranlassung zur Bildung von solchen geben. Abgesehen von den bedeutenden Auswaschungen aus vorhistorischer Zeit, üben hier die Bäche einen wesentlichen Einfluss auf die Gestaltung der Erdoberfläche und sind daher auch vom Standpunkt der Bodenkultur aus aller Beachtung werth.

Die Bäche des Hügellandes zeigen um so grössere Aehnlichkeit mit denjenigen der Gebirgsgegenden, je bedeutender die Höhenunterschiede und je steiler die Hänge sind, im Allgemeinen sind sie jedoch zähmer und nicht so scharf in Erosions- und Ablagerungsgebiet geschieden wie die letzteren. — Auch im Hügelland machen die Flüsse der Bevölkerung in der Regel mehr Sorgen als die Bäche.

Im Gebirge nimmt der grösste Theil der Bäche den Charakter der *Wildbäche* im engern Sinne des Wortes an, die so viel von sich reden machen und nur zu häufig grosse Verheerungen anrichten. — Stark zerklüftete Gebirge haben reiche Quellen aber kein stark verzweigtes Bachnetz.

An den grössern Bächen des Hochgebirges können in der Regel vier wesentlich von einander abweichende Partieen unterschieden werden und zwar: Das Sammel- oder Einzugsgebiet, das gewöhnlich von einer grossen Zahl von Zweigen des Hauptbaches durchschnitten ist; das Erosionsgebiet, in dem der Hauptbach nicht selten auch noch Seitenbäche aufnimmt, die seine zerstörende Wirkung steigern; das Schuttablagerungsgebiet, in dem das Bachbett häufig höher liegt, als das den Schuttkegel begrenzende Kulturland; und die Bachstrecke im Thal, die je nach den Gefällsverhältnissen sehr verschieden gestaltet ist oder auch ganz fehlt.

Das *Sammelgebiet* fällt, soweit es für die Benutzung des Bodens von Bedeutung ist, im Hochgebirge auf die als Weide benutzte obere Terrasse beziehungsweise in die unwirthlichen Gegenden (Felspartieen, Gletscher und Schneefelder), in den Vorbergen in die obere Waldregion. Die einzelnen Zweige der Bäche sind, insofern sie ihre Entstehung nicht Quellen oder Schneefeldern und Gletschern verdanken, bei gewöhnlichen Witterungsverhältnissen wasserarm, oft sogar trocken, füllen sich aber bei rascher Schneeschmelze, bei Gewittern und anhaltenden Landregen und führen dann den Runsen und Schluchten im Erosionsgebiet nicht nur grosse Wassermassen, sondern auch Schutt und Schlamm ab Gletschern und Schutthalden und aus dem eigenen Bette zu. Nur ausnahmsweise sind sie tief eingeschnitten, bedingen aber doch manigfaltige Modifikationen in der Beschaffenheit der Bodenoberfläche der oberen Gebirgsterrassen und erschweren die Benutzung derselben. In der Regel liegen die sich ob oder in der Schlucht zu einem Bach vereinigenden Gräben in einer weiten Mulde.

Das *Erosions- oder Auswaschungsgebiet* befindet sich zum grössten Theil in der Waldregion, weil die steilsten Partieen der Hänge dieser angehören. Hier fliesst das Wasser durch enge, tief eingeschnittene Runsen, deren Einhänge häufig verrutscht und unproduktiv sind und nimmt den grössten Theil des Materials auf, welches bis ins Thal befördert wird und in diesem die Schuttkegel erhöht und die Flussbette füllt.

Die meiste Beachtung findet der *untere Theil der Bäche*, namentlich die Partie derselben, auf der sie den im Erosionsgebiet aufgenommenen Schutt ablagern und in der sie am umliegenden Kulturland, in Weilern und Dörfern, an Strassen und Kanälen grossen Schaden anrichten. (Schuttkegel).

Die *Thalstrecke* ist bei den kleineren Bächen in der Regel kurz oder fehlt ganz. Wo sie eine grössere Länge hat, gibt sie nicht selten zu Versumpfungen Veranlassung, weil das Wasser bei hoch liegender Bachsohle häufig austritt oder sich bei zu geringem Gefäll unter der Bodenoberfläche seitlich verbreitet.

Die Wirkung des Wassers ist um so grösser, je steiler die Hänge und je zerstörbarer das Gebirge ist. Man findet daher die tiefsten Runsen und die höchsten Schuttkegel da, wo die Hänge vom tief eingeschnittenen Thal bis zu grosser Höhe steil ansteigen und aus leicht zerstörbarem Gestein und lockeren Schuttmassen bestehen. Im Urgebirge und im festen Kalk ist die Bodenoberfläche weniger durchfurcht als im weichen Schiefer- und lockeren Sandsteingebirge. In den Hochthälern haben die Schuttkegel eine geringere Mächtigkeit als in den Thälern mit tiefliegender Sohle.

Wenn auch die Erdoberfläche in der geschichtlichen Zeit keine ihre Beschaffenheit wesentlich beeinflussenden Veränderungen erlitten hat, so sind doch verschiedene Kräfte an ihrer Umgestaltung ununterbrochen thätig. Den am meisten in die Augen fallenden und am leichtesten zu beobachtenden Einfluss übt das Wasser.

An *den steilen Hängen* der Gebirge reisst dasselbe im losen, unbedeckten Boden bei jedem heftigen Gewitter oder anhaltenden Landregen neue Rinnen und vertieft alle schon vorhandenen. Selbst die harten Felsarten vermögen den Angriffen des Wassers nicht ganz zu widerstehen. Die Vertiefung der Gräben zieht das Einstürzen der Ufer nach sich; die Einschnitte werden nicht nur tiefer, sondern auch breiter. Die Rinne wird zum Graben, der Graben zur Runse und die Runse zur Schlucht und zwar um so rascher, je weniger die oberen Erd- und Felsschichten den Angriffen des Wassers Widerstand entgegen zu setzen vermögen, je steiler und höher die Hänge sind, je grösser die Menge des abfliessenden Wassers ist und je mehr Geschiebe dasselbe mit sich führt. — Da sich die Bäche — von unten nach oben vorrückend — so lange vertiefen, bis eine Gefällsausgleichung in dem Masse stattgefunden hat, dass das Wasser die Kraft zur Beförderung des Geschiebes verliert, so setzen sich die Runsen noch weit in die obern, schwächer geneigten Partieen ihres Sammelgebietes fort.

Am Fusse der steilen Hänge ändert sich das Bild. Bei dem geringeren Gefäll verliert das Wasser seine Schiebkraft, das aus den Runsen mitgerissene Geschiebe bleibt liegen und bildet einen sich nach Länge, Breite und Höhe um so rascher ausdehnenden *Schuttkegel,* je grösser die Erd- und Steinmassen sind, welche durch das Wasser aus den oberen Gebieten ins Thal befördert werden. — Die alten Schuttkegel sind, soweit sie

nicht von Zeit zu Zeit auf's Neue überschüttet werden, die fruchtbarsten Gelände der Gebirgsgegenden, während die neuen, stark im Wachsen begriffenen, nach jedem heftigen Gewitter, das sich im Sammelgebiet der Bäche entleert, ein Bild arger Verwüstung bieten. Leider kehren die Schädigungen oft auch da wieder, wo während längerer Zeit Ruhe herrschte.

Die *Bäche des Hügellandes* zeigen ähnliche Erscheinungen; alle Veränderungen gehen jedoch um so langsamer und in um so kleinerem Massstabe vor sich, je geringer die Höhenunterschiede zwischen Berg und Thal und je sanfter die Hänge sind, je kürzer der Lauf des Baches im grössten Gefäll und je allmäliger der Uebergang vom Hang zur Ebene ist. Tiefe Runsen und Schluchten und hohe Schuttkegel kommen hier nur ausnahmsweise vor, Ufereinbrüche und Schuttablagerungen gehören aber dennoch nicht zu den seltenen Erscheinungen und bringen um so grösseren Schaden, als sie werthvolles Land für längere oder kürzere Zeit unproduktiv machen.

Die *Bäche der Ebene* sind, soweit sie dieser selbst entstammen, zahm. Sie schlängeln sich durch Wiesenthäler und Riedtflächen, schaden nur ausnahmsweise durch Vertiefung ihrer Sohlen und Unterwaschung der Ufer, erfordern dagegen öftere Reinigungen, wenn der regelmässige Waserabfluss gesichert bleiben soll. Wo ihr Bett hoch liegt und der Abfluss wegen geringem Gefäll gehemmt ist, veranlassen sie Versumpfungen.

Die dem Gebirge und dem Hügellande entspringenden Bäche haben, wenn sie ihren Lauf in der Ebene auf längeren Strecken fortsetzen, bei gewöhnlichem Wasserstand ebenfalls einen friedlichen Charakter, bei Hochwasser dagegen und an Stellen, wo sie Seitenbäche mit starkem Gefälle aufnehmen, füllt sich ihr Bett mit Geschieben, das Wasser tritt über die Dämme oder verlässt sein Bett ganz und bahnt sich einen neuen Weg. In solchen Fällen richten diese Bäche durch Ueberschwemmung und Abschwemmung, Schutt- und Schlammablagerung, Begünstigung der Versumpfung, Wegreissung von Brücken und Stegen etc. grosse Verheerungen an.

Ueber den Schattenseiten der Bäche darf man deren Lichtseiten nicht vergessen. Sie beleben die Landschaft, bringen Manigfaltigkeit in die Beschaffenheit der Bodenoberfläche, liefern den industriellen Gewerben die wohlfeilste Triebkraft, den quellenarmen Gegenden das unentbehrliche Brauchwasser und bei Anlage von Geschiebssammlern für viele Strassen das erforderliche Kies; sie befruchten den Boden, sind die Heimat der schmackhaftesten Fische und bieten die beste Gelegenheit zur künstlichen Vermehrung derselben; sie fördern die Reinlichkeit und üben einen

günstigen Einfluss auf die Atmosphäre und die Gesundheit der Menschen und Hausthiere.

2. Veränderungen an den Bächen und Schädigungen durch dieselben.

Das Wasser, das durch die Bäche den Flüssen zugeführt wird, veranlasst in seinen Rinnsalen und deren Umgebung Veränderungen verschiedener Art, welche zur Ursache von Schädigungen werden, die in der Regel weit über das betreffende Bachgebiet hinausreichen.

Bei der Mehrzahl der Bäche — namentlich der Wildbäche — sind die *Längen- und Querprofile* fortwährenden Veränderungen ausgesetzt. An den Stellen mit starkem Gefäll wird die Sohle vertieft, das an derselben und den Ufern abgelöste Material wird so weit fortgeschoben, als die Schiebkraft des Wassers reicht. Lässt letztere wegen Abnahme des Gefälles oder Erweiterung des Querprofils nach, so bleibt das Geschiebe liegen und erhöht die Sohle. In Folge dessen entsteht am unteren Ende der neuen Ablagerung ein stärkeres Gefäll, das auf's Neue Veranlassung zu ähnlichen Verschiebungen gibt. Die Zeit des Niederwasserstandes ausgenommen, herrscht nie volle Ruhe im Bachbett. Selbsverständlich sind die Veränderungen am grössten bei Hochwasser. Sie werden wesentlich gesteigert, wenn an den Einhängen in die Bäche starke Erdablösungen stattfinden, oder durch Seitenbäche viel Geschiebe in den Hauptbach getragen wird.

Die Geschiebe füllen die Bachbette nicht immer ihrer ganzen Breite nach gleichmässig, gar häufig findet die Ablagerung derselben nur auf einer Seite statt. In diesen Fällen wird das Wasser an das andere Ufer getrieben, letzteres unterspült und zum Einstürzen gebracht. Dadurch entstehen neue Hindernisse für den Abfluss des Wassers, die Strömung wird nach dem anderen Ufer gelenkt, wo sich die gleiche Erscheinung wiederholt. Die auf diese Weise sich bildenden Querläufe schädigen nicht nur die Ufer, sondern vermehren auch die Geschiebslieferung und erschweren die Ausgleichung des Gefälls.

Im Gebiet der Sohlenvertiefung verlieren die seitlichen Einhänge den sie stützenden Fuss, es entstehen zunächst Ufereinbrüche und dann Abrutschungen, die um so weiter hinauf reichen und um so grössere Schuttmassen liefern, je rascher die Vertiefung der Sohle fortschreitet, je steiler der Neigungswinkel der Hänge ist und je mehr dieselben in Folge von Bodennässe oder anderen Ursachen zum Verrutschen geneigt sind. Das abrutschende Material fällt in den Bach und wird vom Wasser abwärts gewälzt, wenn und so lange das Gewicht des ersteren die Schiebkraft des

letzteren nicht übersteigt. Tritt der letzte Fall ein, so staut das Material das Wasser, bis der Druck des letzteren so gross wird, dass ein Durchbruch erfolgt, oder es bleibt, wenn Raum zum Abfluss der normalen Wassermenge vorhanden ist, liegen bis zum nächsten Hochwasser, von dem es auf einmal oder stossweise auf den Schuttkegel befördert wird. Diese Entleerungen veranlassen in der Regel im Abschwemmungs- und Anschüttungsgebiet grosse Verheerungen.

Derartige Störungen im Wasserlauf treten nicht nur im Schutt und in leicht zerstörbaren Felsarten, sondern auch im festen Gestein auf. Wo z. B. in der Molasse der unter Nagelfluh liegende Thonmergel oder weiche Sandstein ausgewaschen wird, stürzt die erstere ein und füllt auf längere oder kürzere Strecke das Bachbett. Wenn auch dadurch der Wasserabfluss nur ausnahmsweise ganz gehemmt wird, so werden doch die Hochwasser gestaut und Unregelmässigkeiten im Bachbett veranlasst, die neue Uferunterspülungen und Felsstürze nicht selten auch Bodenabrutschungen verursachen. Aehnliche Erscheinungen trifft man in den Gebieten, in denen der Schutt mit grossen Steinen gemengt ist; das lose Material wird ausgespült, während die Steine liegen bleiben und das Wasser in manigfaltiger Weise vom geraden Wege ablenken.

Je mehr sich die Runsen vertiefen und je stärker die Hänge verrutschen, desto mehr erhöhen sich die Schuttkegel und desto grösser werden die Gefahren, welche der Umgebung der letzteren drohen.

Bei niedrigem Wasserstand verliert sich das Wasser im obern Theil des Schuttkegels nicht selten ganz und kommt erst in den untern Partieen desselben wieder zum Vorschein, um in einer im Laufe der Zeit ausgegrabenen Rinne dem nächsten grösseren Bach, Fluss oder See zuzu fliessen. — Wo der Schuttkegel bis an den Fluss oder See reicht, ist die Abflussstelle manchen Veränderungen ausgesetzt, weil das Wasser die tieferen Partieen, denen es folgt, bald wieder mit Geschieben füllt und dann eine neue Rinne sucht oder gräbt. Auch auf dem Schuttkegel ist der Wasserlauf veränderlich. Bei hohem Stande des Wassers mit wenig Geschiebe gräbt dasselbe tiefe Rinnen, die es bei starker Geschiebsführung wieder füllt. Dieser Wechsel wiederholt sich so häufig, dass die Schuttkegel geschiebsreicher Bäche fortwährenden Veränderungen ausgesetzt sind. Sie erhöhen sich nicht nur, sondern wechseln auch die Gestalt ihrer Oberfläche und erweitern sich sowohl seitlich als am untern Ende. Die hieraus für die Umgebung der Schuttkegel erwachsenden Gefahren nehmen mit der Erhöhung und Ausdehnung derselben zu und sind umsomehr der Beachtung werth, als sie dem werthvollsten Land, den Verkehrsstrassen, einzelnen Häusern und ganzen Dörfern Verderben drohen.

Die günstigsten Verhältnisse sind da gegeben, wo die Mündung der Bäche in einen See nahe bei deren Austritt aus der Runse liegt, weil hier das Geschiebe in unschädlicher Weise abgelagert wird und, den See allmälig füllend, zur Vermehrung des produktiven Bodens Veranlassung gibt. Gleichwohl können auch hier Uebelstände eintreten, deren Beseitigung grosse Kosten veranlasst. Es ist das dann der Fall, wenn sich das Ablagerungsgebiet so füllt, dass das Wasser des Baches gestaut und das nachschiebende Geröll zurückgehalten wird.

Bäche, welche in Flüsse münden, bevor sie ihr Geschiebe abgelagert haben, veranlassen die Erhöhung der Flussbette und zwar umsomehr, je grössere Geschiebsmassen sie mit sich führen und je geringer die Schiebkraft des Flusses ist. Dadurch wird die Gefahr des Austretens der Flüsse wesentlich gesteigert und die Ausgleichung des Gefälls in denselben sehr erschwert.

Wo die viel Geschiebe führenden Bäche noch einen kürzeren oder längeren Weg in der Ebene zurückzulegen haben und sorgfältig darüber gewacht wird, dass sie ihr Bett nicht verlassen, erhöht sich letzteres im Laufe der Zeit so, dass die Sohle hoch über das angrenzende Land zu liegen kommt. Entstehen auf solchen Stellen Dammbrüche, oder wird die Wassermasse so gross, dass sie die Dämme überfluthet, dann erreichen die Schädigungen in der Regel eine grosse Ausdehnung, weil das Wasser, soweit das Bachbett höher liegt, als seine Umgebung, nicht mehr in letzteres zurückfliessen kann und in Folge dessen grössere Gebiete überschwemmt und theilweise mit Kies und Schlamm überführt.

Bäche, welche, nachdem sie ihre Geschiebe abgelagert haben, in den Hochthälern oder in der Ebene bei geringem Gefäll einen weiten Weg zurückzulegen haben, schädigen ihre Ufer selten, räumen aber auch ihr Bett zu wenig und müssen daher von Zeit zu Zeit von Wasserpflanzen und Schlamm gereinigt werden. Liegt ihre Sohle nur wenig tiefer als das angrenzende Land und steigt in Folge dessen das Wasser schon bei mittlerem Wasserstand nahe an den obern Rand der Ufer, so veranlasst jedes Hochwasser eine Ueberschwemmung und diese, in Verbindung mit dem sich auch bei mittlerem Wasserstande vom Bache aus im Boden verbreitenden Horizontalwasser allmälig eine Versumpfung, die seitlich so weit reicht, als die Thalsohle eine horizontale Lage hat. Grosse Flächen sind in Folge dessen nur einer beschränkten Benutzung fähig. Diese Sümpfe haben ihre Entstehung in der Regel Zeiten zu verdanken, die weit hinter uns liegen, es können sich aber auch jetzt noch neue bilden, beziehungsweise alte weiter ausbreiten, wenn sich die Sohle des Baches oder diejenige des Flusses, in welchen letzterer mündet, aus irgend

welchen Gründen erhöht oder geschiebführende Seitenbäche eine dauernde Stauung veranlassen.

Die Veränderungen und Schädigungen, welche die Bäche im oberen Theil ihres Sammelgebietes erleiden und veranlassen, sind weniger auffallend als diejenigen im untern Lauf, gleichwohl aber der vollen Beachtung werth. Die Veränderungen bestehen in der Vertiefung der Sohlen, dem daherigen Einstürzen der Ufer und der damit verbundenen Verbreiterung der Bacheinschnitte, in der Entstehung neuer Gräben und in der als Folge beider Uebelstände unvermeidlichen Verminderung des produktiven Bodens; in der durch die Gräben erschwerten Benutzung des Landes und in der Lieferung von Geschieben in die mittlern und untern Theile der Bäche und in die Flüsse.

Auch die in den Flüssen und Bächen zur Einleitung des Wassers in die Bewässerungs-, Mühlen- und Fabrikkanäle angelegten *Stauvorrichtungen* können — unzweckmässig ausgeführt — nachtheilig wirken, weil sie die Gefällsverhältnisse ändern und das Wasser theilen, bei niedrigem Wasserstand dasselbe nicht selten dem Bache ganz entziehen. Oberhalb der Stauvorrichtung wird das Gefäll auf eine um so längere Strecke vermindert, je höher die erstere ist. Das Bachbett füllt sich bis zur Höhe des Wehres mit Geschiebe und vermag das Hochwasser um so weniger zu fassen, je ängstlicher man durch das Anbringen von Aufsteckbrettern auf dem Wehr dafür sorgt, dass bei trockenem Wetter für die Kanäle kein Wasser verloren gehe, je nachlässiger die Beseitigung der erwähnten Stauvorkehrungen beim Steigen des Wassers besorgt wird und je weniger sich die Ufer über die neue Bachsohle erheben. Schief aufwärts gestellte Wuhre wirken schädlicher als die rechtwinklig zu den Ufern errichteten.

Auch unterhalb der Wehre bleibt das Geschiebe nach Hochwasserständen liegen, weil die verminderte Wassermasse dasselbe nicht abwärts zu schieben vermag.

Sehr gefährlich können die *Weier* werden, welche man zum Ansammeln des Wassers für die Mühlen- und Fabrikkanäle und zum Betrieb der Flösserei anlegt. Die daherigen Gefahren werden um so grösser, je höher die Dämme sind, welche zur Stauung des Wassers dienen, je mehr Wasser die Weier aufnehmen und je stärker das Gefäll der Bäche unterhalb derselben ist. Besonders gross ist die Gefahr, wenn der Weier durch den Wildbach direkt gespeist wird, letzterer also auch bei hohem Wassertand seinen Weg durch ersteren nimmt. Bei Dammbrüchen werden nicht nur die Bäche und ihre Umgebung geschädigt, sondern grössere

Gebiete und ganze Ortschaften in hohem Masse gefährdet, umsomehr als sie nicht nur mit Wasser, sondern auch mit Geschiebe überschüttet werden.

Grosser Schaden kann aus der *wilden Flösserei* erwachsen, namentlich wenn schwere Sortimente, wie Nutzholzklötze und Säghölzer in die Bäche geworfen werden. Die Ufer und Dämme werden durch das schwimmende Holz manigfach geschädigt, an engen Stellen wird das Wasser gestaut und zum Austreten veranlasst, Brücken und Stege werden weggerissen oder so gelockert, dass ihre Tragfähigkeit und Dauer wesentlich geschwächt und vermindert wird. Selbst durch die gebundene Flösserei kann, wenn man sie unvorsichtig betreibt, erheblicher Schaden veranlasst werden. Am meisten leiden unter der Flösserei die aus losem Material bestehenden Ufer und die aus Faschinen, Flechtwerk u. dgl. erstellten Uferversicherungen. Auch die gegen Stoss widerstandsfähigeren Parallel- und Querwuhre aus Stein oder Holz können durch das Flössen geschädigt und zerstört werden. Schon die alten Flössereiordnungen knüpfen die Bewilligung zum Flössen nicht nur an die Pflicht zum Ersatz der nachweisbaren Schädigungen, sondern verlangen auch die Entrichtung einer Gebühr für den unsichtbaren Schaden.

Der *Schaden*, den ein einzelner Bach anrichtet, trifft zwar jeweilen nur ein kleines Gebiet, er kann aber doch schon für sich allein sehr gross sein und bei häufiger Wiederkehr seine Anwohner arm machen. Fasst man die Schädigungen durch die vielen tausend Bäche zusammen, so kommen sie denjenigen durch die Flüsse gleich oder übertreffen dieselben sogar.

Nach Gewittern mit reichen Niederschlägen werden die Schuttkegel der Bäche auf weite Strecken mit neuem Geschiebe bedeckt, Wege und Strassen unfahrbar, Brücken und ganze Uferstrecken weggerissen, Flüsse gestaut oder aus ihrem Bett verdrängt und ganze Ortschaften bedroht und theilweise zerstört. Steine, Holz, Kies und Schlamm liegen bunt durcheinander und werden oft in wenigen Minuten bis zu vielen Metern Höhe angehäuft. Nach anhaltenden Landregen, verbunden mit starker Schneeschmelze im Hochgebirge erstrecken sich derartige Zerstörungen über ganze Flussthäler; es bleibt nicht bei lokalen Schädigungen. Die Flüsse, welchen von allen Seiten her grosse Massen von Wasser und Geschieben zugeführt werden, tragen beide in die weiten, gut angebauten Thäler hinaus und veranlassen grossen Schaden an ihren Ufern und Dämmen und — wo sie austreten — am fruchtbaren Boden und seinen Erzeugnissen. Erschreckende Belege in überreicher Zahl boten die Jahre 1868, 1876 und 1878.

Neben den sehr in die Augen fallenden Verheerungen am untern, flacheren Theil der Hänge und in den Thälern richten die Bäche auch in den Runsen und Schluchten und im obern Sammelgebiet grossen Schaden an, der leider zu wenig beachtet wird. In Geld lassen sich zwar die Schädigungen in diesen Regionen nicht hoch anschlagen, berücksichtigt man aber, dass sie die Ursache der Zerstörungen im Thal bilden, so verdienen sie volle Beachtung. Könnte auf den Höhen und in den Schluchten dem zu raschen Abfliessen des Wassers und dem damit verbundenen Geschiebstransport gesteuert werden, so würden sich die Gefahren für die Thalgüter sehr vermindern.

In Jahren mit reichen wässerigen Niederschlägen können auch die Bäche des Hügellandes durch Vertiefung und Erweiterung ihrer Bette im starken Gefäll und durch Ablagerung des hiebei aufgenommenen Schuttes am Fusse der Hänge in einem Masse Schaden anrichten, dass schützende Vorkehrungen nicht nur wünschenswerth, sondern nothwendig erscheinen.

Ganz ähnlich verhält es sich mit den Bächen in der Ebene. Wo sie häufig austreten und Versumpfungen veranlassen, sollte ihnen besserer Abfluss verschafft werden, damit die Trockenlegung ihrer Umgebung möglich würde.

3. Ursachen der Veränderlichkeit im Wasserstand der Bäche.

Die Bäche, welche nur von Regen- und Schneewasser gespeist werden, zeigen während eines grossen Theils des Jahres ein trockenes Bett, schwellen dagegen bei heftigen Gewittern, andauernden Landregen und bei der Schneeschmelze um so mehr an, je grösser ihr Sammelgebiet ist und je weniger das Wasser in demselben zurückgehalten wird. Diejenigen dagegen, welche guten Quellen, grossen Sümpfen und Teichen oder Seen ihre Entstehung verdanken, führen beständig Wasser, können aber gleichwohl bei reichen Niederschlägen und warmen Luftströmungen über die Eis- und Schneefelder ihres Sammelgebietes stark anschwellen und grosse Verheerungen anrichten. Die beständig wasserführenden Bäche sind aber dennoch angenehmere Nachbarn als die zeitweise trockenen, weil sie nicht nur Schaden, sondern auch Nutzen bringen.

Die Hauptursache der Veränderlichkeit im Wasserstand der Bäche liegt in den *Witterungsverhältnissen* und in der Vertheilung der Quellen, Sümpfe, Teiche und Seen über die Bodenoberfläche, entzieht sich also der Einwirkung der Menschen zum grössten Theil. Wenn gleichwohl darüber geklagt wird, dass Schädigungen durch die Bäche und Flüsse in

862469

neuerer Zeit häufiger und verheerender auftreten als früher, so lassen sich diese Klagen in erster Linie auf die Thatsache zurückführen, dass bei der heutigen sorgfältigeren Benutzung des Bodens, der vielseitigeren Ausnutzung der Wasserkräfte für industrielle Zwecke und dem grösseren Werth der im Schädigungsgebiete vorhandenen Gebäude der nominelle Schaden beim Austreten der Bäche wirklich grösser ist als früher und dass bei dem gesteigerten Verkehr und den vermehrten und verbesserten Verkehrsmitteln den Schädigungen an letzteren eine grössere Bedeutung zugeschrieben werden muss als in älterer Zeit.

Berücksichtigt man ferner, dass die Tagespresse heutzutage bereitwillig dafür sorgt, dass jede erhebliche Schädigung in nahen und fernen Gegenden zur Kenntniss Aller gelangt, währenddem man früher nur von den in der nächsten Umgebung eingetretenen Notiz nahm, jedenfalls den ausserhalb des engeren Vaterlandes erfolgten nur in ausserordentlichen Fällen seine Aufmerksamkeit zuwandte, so darf wohl angenommen werden, dass die Klagen wenigstens theilweise der intensiveren Benutzung des Bodens und der Wasserkräfte, der ängstlicheren Ueberwachung und Sicherstellung des Verkehrs und dem allgemeineren Bekanntwerden der Schädigungen zuzuschreiben seien.

Unbegründet sind aber doch die vermehrten Klagen nicht, denn wenn sich auch der Zustand der Bäche im Allgemeinen nicht wesentlich verändert hat, so sind doch in neuerer Zeit lokale Störungen im regelmässigen Wasserabfluss so zahlreich eingetreten, dass sie sich nicht nur in den Gebieten der betreffenden Bäche, sondern weit über dieselben hinaus in den Flüssen und in ihrer Umgebung unangenehm fühlbar machen. Die Ursachen dieser Veränderungen liegen wenigstens theilweise *in der Entwaldung und Entsumpfung der Quellengebiete der Bäche.*

Wälder, Sümpfe und Moore, Teiche und Seen verlangsamen den Abfluss der atmosphärischen Niederschläge und üben dadurch einen günstigen Einfluss auf den Wasserstand der Bäche.

Im *gut erhaltenen Wald* fangen die Kronen der Bäume einen grossen Theil des Regenwassers auf und halten dasselbe eine Zeit lang fest; ein Theil verdunstet vom Laubdach aus und der Rest fällt allmälig tropfenweise an den Boden. — Der Boden ist im geschlossenen Wald mit Laub, Nadeln, Moos und Geniste bedeckt und an lichten Stellen mit Gräsern und Kräutern bewachsen; unter dieser Decke befindet sich eine lockere, zur Aufnahme und zum Festhalten des Wassers gut geeignete Humusschicht. Die Bodendecke hemmt das rasche Abfliessen des Wassers, ein grosser Theil desselben findet auch an steilen Hängen Zeit in die Humusschicht und durch dieselbe in den Boden einzudringen. Im Waldboden

wird das Wasser — trotz der starken Verdunstung durch Blätter und Nadeln — länger festgehalten, als auf den der direkten Einwirkung der Sonnenstrahlen und der austrocknenden Winde ausgesetzten Aeckern, Wiesen und Weiden, waldreiche Gegenden leiden daher seltener an Trockenheit und sind reicher an Quellen als waldarme.

Mit dem Schnee verhält es sich ähnlich. Ein grosser Theil desselben bleibt auf den Kronen der Bäume, namentlich der Nadelhölzer, längere oder kürzere Zeit liegen und verdunstet dort theilweise; den an den Boden fallenden schützt der Wald gegen rasches Schmelzen, es dringt daher an bewaldeten Hängen auch vom Schneewasser mehr in den Boden ein, als an unbewaldeten und der Rest fliesst langsamer ab. Der Unterschied ist um so grösser, weil der Boden im Wald weniger tief gefriert als im offenen Land, in der Regel also auch im Winter zur Aufnahme von Wasser geeignet ist.

Dass im Wald nur ein Theil der wässerigen Niederschläge an den Boden gelange, ist durch langjährige Beobachtungen bewiesen. Aus den im Kanton Bern angestellten Untersuchungen ergiebt sich, dass sich die im Wald an den Boden gelangende Wassermenge zu der unter gleichen Verhältnissen im Freien fallenden folgendermassen verhält:

In Rothtannenbeständen	wie	77	zu	100.
„ Buchenbeständen	„	88	„	100.
„ Lärchenbeständen	„	85	„	100.

Im Durchschnitt gelangen also im Wald ca. 17 % der Niederschläge nicht an den Boden.

Wenn auch in diesen Zahlen die nicht unbedeutende Wassermasse, welche bei heftigen Regen, an den Baumstämmen herunterrieselnd, an den Boden gelangt, nicht inbegriffen ist, der wirkliche Unterschied also kleiner ist als der berechnete, so liefern sie doch den unzweideutigen Beweis, dass waldreiche Gegenden bei starken Gewittern und Landregen, sowie beim Schneeabgang den Bächen weniger Wasser zuführen als waldarme. Der Unterschied wird dadurch noch wesentlich gesteigert, dass nach sorgfältig durchgeführten Beobachtungen im mit Streu bedeckten Waldboden ca. $^3/_4$ der Regenmenge in den Boden einsickert, auf dem freien Felde dagegen nur etwas mehr als die Hälfte.

Für die Verzögerung des Abfliessens des Wassers aus dem Wald gegenüber dem Wasserabfluss vom offenen Land liegen keine Beobachtungen vor, deren Ergebnisse in Zahlen ausgedrückt werden könnten, weil der Ausführung derartiger Versuche grosse Schwierigkeiten entgegen stehen; der Mangel an Zahlen kann jedoch nicht zu dem Schluss be-

rechtigen, dass eine Verzögerung nicht stattfinde, sondern nur die Einwendung rechtfertigen, man kenne die diessfällige Wirkung des Waldes nicht genau. Wer je bei regnerischem Wetter im Wald war, weiss, dass beim Beginn der Niederschläge nur wenig Wasser auf den Boden gelangt, dass es dagegen noch lange tropft, wenn kein Regen mehr fällt, und wer je das Abfliessen des Wassers auf der Bodenoberfläche bei starkem Regen und nach demselben aufmerksam beobachtete, muss bemerkt haben, dass aus dem Wald noch lange Wasser rinnt, wenn die Wasseradern im offenen Lande versiegt sind. Beim Schneeabgang verhält es sich ganz ähnlich, aus dem Wald fliesst noch Schneewasser, wenn die unbeschatteten Flächen längst schneefrei sind.

Daraus folgt in unbestreitbarer Weise, dass ab bewaldeten Hängen ein grosser Theil des Regen- und Schneewassers später in die Bäche gelangt als ab unbewaldeten und dass sich das Wasser in den Bächen, deren Sammelgebiet in waldreichen Gegenden oder in solchen liegt, die aus offenem und waldigem Gelände zusammengesetzt sind, nicht so rasch sammelt, wie in denjenigen, welchen das Wasser aus waldarmen Gegenden zufliesst. Je mehr sich der Wasserzufluss der Zeit nach vertheilt, desto weniger ist ein ungewöhnliches Steigen der Bäche und Flüsse zu befürchten, und desto unwahrscheinlicher sind grosse Schädigungen durch dieselben. Diese Thatsachen, in Verbindung mit dem Umstande, dass das Wasser des Waldbodens langsamer verdunstet als dasjenige des unbeschatteten Landes weisen unzweideutig auf den günstigen Einfluss hin, welchen der Wald auf die Bildung der Quellen und den gleichmässigen Wasserstand derselben und der Bäche übt.

Die *Sümpfe* und *Torfmoore* liegen in der Regel auf ebenen oder nur mässig geneigten Flächen, während die Waldungen die steilen Hänge einnehmen, die ersteren üben aber dennoch auf das Abfliessen des Wassers einen ähnlichen Einfluss wie die letzteren. Die starke Moosdecke und die unter derselben liegende, oft eine grosse Mächtigkeit besitzende Schicht von saurem Humus, Moorerde oder Torf wirkt wie ein Schwamm. Regen- und Schneewasser werden von der Decke und deren Unterlage aufgenommen und so festgehalten, dass der Abfluss nur langsam erfolgt und seiner grösseren Menge nach erst in die Bäche gelangt, wenn das Wasser ab kahlen Flächen und sogar ab bewaldeten Hängen bereits verlaufen ist.

Auch hiefür lässt sich der Beweis nicht in Zahlen erbringen, an der Richtigkeit der Thatsache zweifelt aber kein aufmerksamer Beobachter. In jeder Gegend, in der grössere Moore und Riedter entwässert werden, zeigen sich bei sonst gleichgebliebenen Verhältnissen so auffallende

Aenderungen im Wasserstand der Bäche, dass man über die Ursachen derselben gar nicht im Zweifel sein kann.

Auch die *Wasseransammlungen* in muldenförmigen Vertiefungen des Quellengebiets der Bäche — Weier, Teiche, Seen — sind geeignet, den Wasserabfluss zu verzögern, weil sich dieselben bei starkem Zufluss über den gewöhnlichen Wasserstand hinaus füllen, also einen Theil des Wassers zurückhalten, um ihn erst nach und nach abzugeben. Das Abgraben derselben wirkt daher ähnlich, wie die Entwässerung der Sümpfe.

Wenn hienach im Wald weniger Wasser an den Boden gelangt als auf den Weiden, Wiesen und Feldern und das geringere Quantum demselben über dieses langsamer zugeführt wird, wenn ferner der Waldboden, die Moore, die Teiche und Seen mehr Wasser aufzunehmen vermögen und einen Theil desselben länger zurückhalten als der kahle oder nur mit Gras bewachsene Boden, so folgt daraus, dass in Gegenden, die reich an Wäldern, Sümpfen und Teichen sind, nicht so viel Wasser auf einmal in die Bäche gelangt, wie in denjenigen, in welchen der kahle oder nur mit Gras bewachsene Boden vorherrscht und Sümpfe und Teiche mangeln. Wo sich aber der Zufluss des Wassers auf einen längeren Zeitraum vertheilt, füllen sich die Bäche bei Gewittern, Landregen und beim Schneeabgang nicht in dem Mass wie da, wo es denselben von allen Seiten her unaufhaltsam zufliesst; man macht sich daher keiner Uebertreibung schuldig, wenn man sagt: Ausgedehnte Abholzungen, die Entwässerung der Sümpfe und Moore und das Abgraben natürlicher Wassersammler wirken ungünstig auf den Wasserstand der Bäche und Flüsse, indem sie das rasche, starke Anschwellen derselben fördern und deren nachhaltige Speisung schmälern. — Hohe Fluth, bald eintretende Ebbe, Wasserüberfluss und Wassermangel sind charakteristisch für die aus waldarmen Gegenden mit trockenem Boden kommenden Bäche. Bei den in waldreichen Gegenden entstehenden sind die Extreme abgeschwächt und zwar um so mehr, wenn neben dem Wald auch Sümpfe und Seen zur Zurückhaltung des Wassers beitragen.

Die Erhaltung der Wälder und ein vorsichtiges Vorgehen bei der Entwässerung von Sümpfen und bei der Abgrabung von Teichen und Seen dürfen demnach als wirksame Vorbeugungsmittel gegen Hochwasserschaden bezeichnet werden. Hervorzuheben ist jedoch, dass nur von gut bewirthschafteten und sorgfältig gepflegten Wäldern die ihnen zugeschriebene Wirkung in vollem Mass erwartet werden kann.

B. Vorbeugungsmittel gegen die Schädigungen durch die Bäche.

4. Verhinderung des zu raschen Abfliessens des Wassers im Sammelgebiet.

Es wurde bereits nachgewiesen, dass der Wald, die Sümpfe und Moore, sowie die Teiche und Seen den Abfluss des Regen- und Schneewassers verzögern, beziehungsweise vermindern; in der Erhaltung der Wälder, in der Vermeidung ausgedehnter Entwässerungen und im Fortbestand der natürlichen Wasserbecken im Sammelgebiet der Bäche liegt daher ein wirksames Mittel zur Verhinderung des raschen Anschwellens und Abnehmens des Wasserstandes der Bäche und mittelbar auch der Flüsse.

So lange der *Wald* geschont, d. h. zur Befriedigung der Bedürfnisse der Einwohner an Holz, Streu, Weide und Geld nicht zu stark in Anspruch genommen wurde, vermochte er seine Aufgabe nach allen Richtungen zu erfüllen, ohne dass der Mensch etwas für seine Erhaltung und Verbesserung zu thun brauchte. Mit dem Steigen der Anforderungen an denselben nahm seine Wirksamkeit ab; das Waldareal wurde kleiner und der Wald lichter und lückiger.

Von den Ortschaften, also vom Thal oder den sonnigen Terrassen aus, wurde dem Wald, behufs möglichst bequemer Befriedigung des Holzbedarfs, zur Begünstigung der Herbst- und Frühlingsweide und zur Erweiterung des Kulturlandes so zugesetzt, dass er in der Nähe der Dörfer so weit zurückgedrängt wurde, als er Boden einnahm, der einer vortheilhafteren Benutzung fähig schien. Auch im Innern der Waldungen wurden im Laufe der Zeit diejenigen Stellen entholzt und gerodet, welche sich zur Anlegung von Berggütchen oder Maisässen eigneten und an der Lust zur Erweiterung bestehender Güter und Weiden fehlte es nie.

Am obern Waldsaum haben nicht nur die Neigung zur Erweiterung der Alpen, der häufige Aufenthalt des Weideviehs im Wald und die sorglose Gewinnung des Brenn- und Bauholzes für die Hütten und Ställe, sondern auch die ungünstigen klimatischen Verhältnisse zur Zurückdrängung des Waldes beigetragen. Wo statt der alten, abgestorbenen Bäume grüne, samenfähige gehauen, die jungen Pflanzen durch Biss und Tritt des Weideviehs vernichtet, nachwachsende Bestände durch Schwenden und Brennen zerstört und die älteren übernutzt und misshandelt werden, muss der Wald um so rascher verschwinden, je ungünstiger die Standortsverhältnisse seiner Erhaltung sind.

Noch grössere Uebel als aus der absichtlichen und unabsichtlichen Verminderung der mit Holz bewachsenen Fläche sind für den Wald und die Regulirung des Wasserabflusses durch denselben aus der starken Lichtung der Bestände zur Befriedigung des eigenen Holzbedarfs, vor Allem aber aus der Führung grosser Kahlschläge zum Verkauf und aus der gänzlichen Vernachlässigung der Waldpflege erwachsen. Die Kahlschläge wirkten um so nachtheiliger, als sie vorherrschend in den hochgelegenen, schwer zugänglichen Wäldern geführt wurden, wo die Verjüngung schon bei normaler Nutzung grosse Schwierigkeiten bietet. Werden unter solchen Verhältnissen auf weiten Strecken alle samenfähigen Bäume weggehauen, die entholzten Flächen schonungslos beweidet und die zur Erzeugung eines neuen Bestandes erforderlichen Arbeiten versäumt, so geht es sehr lange bis wieder ein den Boden nur theilweise deckender Wald entsteht und noch länger bis derselbe seinen vollen Einfluss auf die Vertheilung des Wassers auszuüben vermag. An vielen Orten sind durch die Führung von Kahlschlägen in den oberen Waldregionen und an sehr steilen Hängen grosse Flächen für die Holzproduktion verloren gegangen.

Unter solchen Verhältnissen genügt es nicht, auf Schonung der Wälder gegen Uebernutzung, Verhinderung der Weide in Beständen, welche dem Maule des Viehs noch nicht entwachsen oder in Verjüngung begriffen sind, und auf Einschränkung der Streunutzung zu dringen, es muss mit allem Ernst eine Verbesserung der Bewirthschaftung und Benutzung der Waldungen angestrebt werden. Entholzte Waldpartieen ohne Nachwuchs erzeugen nicht nur kein Holz, sondern tragen auch nichts dazu bei, den Wasserabfluss zu verzögern und zu vermindern, Bodenabschwemmungen zu verhüten, den Schneelawinen und Steinschlägen Widerstand entgegen zu setzen, die Stürme zu brechen und die Luft zu verbessern.

An vielen Orten ist auch mit der Einführung einer guten Wirthschaft in den bestehenden Waldungen noch nicht genug gethan, es müssen neue Aufforstungen gemacht und Rutschflächen und Schutthalden gebunden werden. Wo steile Hänge unbewaldet sind, Bodenabschwemmungen und Abrutschungen drohen oder stattgefunden haben und die Bäche sich stark vertiefen oder mit Geschieben füllen, muss man die in der Waldregion liegenden steilen Hänge mit geeigneten Holzarten bepflanzen und durch Bindung und Begrünung wunder Stellen die Schuttlieferung vermindern.

Durch unsere Forstgesetze ist dafür gesorgt, dass nöthige Aufforstungen auch da ausführbar sind, wo die Grundbesitzer dieselben mit eigenen Mitteln nicht vornehmen können oder nicht ausführen wollen. Reichliche Beiträge an die Kosten im ersten und Expropriation des ab-

soluten Waldbodens gegen angemessene Entschädigung im zweiten Falle, sind die Mittel, welche die Gesetze den Behörden zur Durchführung unentbehrlicher Waldanlagen an die Hand geben.

Erhaltung der an steilen Hängen und auf Bergrücken vorhandenen Wälder, Erweiterung derselben an allen Stellen, wo Schutz durch Bäume nothwendig erscheint, Bepflanzung der Blössen im Innern der Bestände, gute Pflege und schonende Benutzung der letzteren sind wirksame Mittel gegen zu rasches Abfliessen des Wassers und die Lieferung grosser Schuttmassen, somit auch gegen ausgedehnte Wasserverheerungen. Bei der Benutzung und Pflege der Bestände ist der ununterbrochenen Ueberschirmung des Bodens und der raschen Bepflanzung vorhandener und entstehender kahler Stellen umsomehr Aufmerksamkeit zuzuwenden, je steiler die Hänge sind, auf denen sie sich befinden.

Die *Entwässerung nasser Stellen* in den Wäldern und auf den Weiden darf um so weniger verhindert werden, als grosse Bodennässe nicht nur den Ertrag schmälert, sondern gar oft Veranlassung zu Bodenabrutschungen giebt, sie sollte aber auf den Weiden nicht durch flache, offen bleibende Gräben, sondern durch tief gelegte Steintollen oder Röhren erfolgen. — Offene Gräben beschleunigen den Wasserabfluss, die unterirdische Entwässerung dagegen lockert und lüftet den Boden und macht ihn zur Aufnahme des Regen- und Schneewassers empfänglich. Das Wasser sickert langsam in die Tiefe und fliesst durch die Tollen ab, ohne durch Erweichung der obersten Schicht des undurchlassenden Untergrundes die Abrutschung des Bodens zu begünstigen. Tief liegende Steintollen verlangsamen somit den Wasserabfluss und vermindern die Gefahr der Bodenabrutschung, sie erhöhen die Fruchtbarkeit des Bodens und bieten bei ihrer Erstellung gute Gelegenheit, die auf den Weiden liegenden, die produktive Fläche vermindernden und die Benutzung erschwerenden Steine zu entfernen und in nutzbringender Weise zu verwenden.

Grosse Sümpfe, Moore, Weier und Seen lässt man in nicht oder nur dünn bevölkerten Gegenden am zweckmässigsten unverändert. Sie üben einen günstigen Einfluss auf die Ausgleichung des Wasserstandes in den Bächen und würden im Mehrwerth des trockenen Bodens gegenüber dem nassen oder den Wasserflächen nur einen ungenügenden Ersatz für die grossen Kosten bieten, welche die Entwässerung beziehungsweise Abgrabung veranlasst.

Wo die Verhältnisse der künstlichen Ansammlung des Wassers günstig sind und von Wassersammlern keine weiteren Schädigungen als die Unfruchtbarmachung des von ihnen eingenommenen Bodens zu be-

fürchten ist, dürfte sich die Anlegung solcher empfehlen, besonders wenn man sie ohne grosse Kosten so einrichten kann, dass sie nach Gutfinden gestaut und entleert werden können.

Einer näheren Prüfung ist auch der Vorschlag werth, den Abfluss des Wassers an den Hängen durch die *Anlegung von kurzen, nicht zu weit auseinander liegenden, alternirenden Gräben (Sickergräben) in der Richtung der Horizontalen* zu erschweren und das Einsickern desselben in den Boden zu begünstigen. Man verzögert und vermindert dadurch nicht nur den Wasserabfluss, sondern erhöht an trockenen Hängen auch die Fruchtbarkeit des Bodens.

Trotz der Einfachheit und unzweifelhaften Wirksamkeit dieses Mittels zur Verzögerung des Wasserabflusses darf dasselbe nicht zu allgemeiner Anwendung empfohlen werden. Wo der Boden, wie das in unsern Bergen so häufig der Fall ist, Neigung zum Abrutschen zeigt, würde das sich in den Gräben sammelnde Wasser die Bodenabrutschungen fördern. Gar oft würde man an die Stelle eines kleineren Uebels ein grösseres setzen und die Wasserverheerungen fördern, statt mindern. Wo dagegen Bodenabrutschungen nicht zu befürchten sind, sollte auch dieses Mittel zur Verzögerung des Wasserabflusses angewendet werden, ganz besonders an trockenen, unbewaldeten Hängen und in lichten Beständen, wo das Laub weggeweht wird und der Boden vermagert.

5. Beseitigung der dem regelmässigen Abfluss des Wassers entgegenstehenden Hindernisse.

Die Bette der Bäche, namentlich diejenigen der Wildbäche, befinden sich selten in normalem Zustande. Steine, Schutt und Holz, unterwaschene und eingestürzte Ufer, Wasserfälle und Kolke, scharfe Krümmungen, Verengungen und Erweiterungen hemmen den Wasserlauf in manigfaltiger Weise und fördern die Schädigungen an den Ufern und im Ueberschwemmungsgebiete. Derartige Hindernisse für das regelmässige Abfliessen des Wassers sollten daher auch da beseitigt, beziehungsweise unschädlich gemacht werden, wo eine durchgreifende Verbesserung und Sicherung der Bachbette und ihrer Ufer nicht stattfinden kann oder nicht absolut nöthig ist.

Grosse Steine im Bach lenken das Wasser gegen das eine oder andere Ufer und werden dadurch zur Ursache von Schädigungen, die um so bösere Folgen haben, je loser das die Ufer bildende Material ist und je höher die Einhänge in den Bach sind. — Sie geben Veranlassung zur Anhäufung von Schutt und Holz an ihrer oberen Seite, sowie zur Aus-

kolkung der Bachsohle an der untern und dadurch zu Stauungen und Auswaschungen, die auf den Abfluss des Wassers störend wirken. Grosse Steine sind daher, je nach den Verhältnissen, zu beseitigen oder durch zweckentsprechende Ergänzung mit andern Steinen oder Holz zu Schwellen oder kleinen Sperren umzugestalten.

Die Wegräumung ist am Platz, wenn das Gefäll mässig, also eine zu weit gehende Vertiefung der Bachsohle nicht zu befürchten ist. In diesem Falle können die aus dem eigentlichen Bachbett zu entfernenden Steine zum Schutz der angegriffenen oder gefährdeten Ufer verwendet werden. Die Wegräumung bringt hier in doppelter Richtung Nutzen, zunächst durch die Oeffnung der eigentlichen Wasserrinne und sodann durch den Schutz der Ufer gegen weitere Unterwaschung und der Hänge über denselben gegen Abrutschung. Diese Vortheile werden jedoch nur erreicht, wenn die grossen Steine unter gleichzeitiger Verwendung von kleineren so mit dem Ufer in Verbindung gebracht werden, dass sie dem Wasser keine Angriffspunkte bieten.

Die Ergänzung zu kunstlosen Sperren an Stellen mit starkem Gefäll veranlasst eine Erhöhung der Bachsohle aufwärts, die zur Sicherung der Ufer und zur Stützung der über denselben ansteigenden Hänge, sowie zur Ermässigung der durchschnittlichen Geschwindigkeit des Wasserabflusses einen aller Beachtung werthen Beitrag leistet. — Die Erhöhung der Bachsohle oberhalb der Sperren und die durch den Sturz des Wassers über dieselbe an deren Fuss veranlasste Auswaschung können allerdings Veranlassung zur Umgehung des Querwuhres und zum Einsturz desselben geben, unter Umständen also die Gefahren steigern statt vermindern. Das kann und darf aber nicht als Entschuldigung für die Unterlassung der anerkannt guten Massregel gelten, sondern ist als eine Mahnung zur Vorsicht bei der Ausführung und zu guter Ueberwachung der Anlage zu betrachten. Durch sorgfältigen Anschluss des Wuhres an die Ufer und solide Versicherung seines Fusses kann den erwähnten Uebeln vorgebeugt werden.

Die *Geschiebsanhäufungen in den Bächen* sind sorgfältig zu überwachen. Wo sie vortheilhaft wirken, sind sie, soweit möglich, zu erhalten, wo sie einen nachtheiligen Einfluss üben, ist deren Entfernung zu begünstigen und zu befördern. Zu deren Erhaltung dienen Querbauten, deren Stärke und Konstruktion sich nach dem Gefäll und der Masse des festzuhaltenden Geschiebes richtet. Zur Entfernung derselben, die oft zu wiederholende Lockerung ihres Gefüges, das fleissige Auslesen der grösseren Steine und die Beseitigung aller der Abschwemmung entgegen stehenden Hindernisse.

Auch hiezu ist in der Regel weder die Zufuhr noch die Abfuhr von Material nothwendig. — Handelt es sich um Festhaltung der Geschiebe, so können die grösseren Steine in demselben oder das an den Ufern vorhandene Holz zur Herstellung der Hindernisse gegen die Abschwemmung verwendet werden. Ist die Entfernung zu begünstigen, so liefern die zu diesem Zwecke auszulesenden Steine ein für die Sicherung der gefährdeten Ufer sehr erwünschtes Material.

Dass im Falle einseitiger Ablagerung von Geschieben bei der Erhaltung und Beseitigung derselben auf die Herstellung eines möglichst normalen Bachbettes hingewirkt werden müsse, braucht kaum besonders hervorgehoben zu werden. Der wünschbare Zustand ist aber nicht immer der, bei dem das Wasser der Mitte des Bachbettes folgt. Wo das eine Ufer aus widerstandsfähigem Felsen, das andere aus losem Schutt besteht, wird man das Wasser so viel möglich vom letzteren ablenken und dem ersteren zuweisen und wo durch theilweise oder gänzliche Beseitigung oder Erhaltung der Geschiebsbänke ein regelmässigerer Lauf des Wassers zu erzielen ist, wird man letzteren nach besten Kräften zu fördern suchen. Unter allen Umständen ist Querläufen des Wassers vorzubeugen, weil diese an den Ufern die meisten Schädigungen veranlassen.

Dem Schutz der Ufer gegen Unterwaschungen und Beschädigungen überhaupt, ist fortwährend volle Aufmerksamkeit zu schenken, weil Ufereinbrüche Geschiebe liefern, Unregelmässigkeiten im Wasserlauf bewirken und, je nach der Beschaffenheit des Baches, zu Ueberschwemmungen oder zu Bodenabrutschungen Veranlassung geben. Mit besonderer Sorgfalt sind die Ufer am äusseren Rande der Krümmungen der Bäche und an den Stellen derselben zu beobachten, an welchen sich die Bachsohle vertieft. Je rascher und sorgfältiger Schädigungen am natürlichen und am künstlich verstärkten Bord, sowie an der Sohle der Bäche ausgebessert werden, desto weniger Kosten veranlasst der Schutz der Ufer und der Sohle und desto wirksamer ist er.

Wie schon erwähnt, können als Material zum Schutz der Ufer die im Bache vorhandenen Steine, bei geringem Gefäll sogar die grossen Geschiebe verwendet werden. Durch deren Wegräumung aus dem Bett und Anhäufung am Ufer erreicht man zwei Zwecke zugleich, das Bachbett wird frei von Hindernissen für den Wasserabfluss und das Ufer wird gegen Angriffe vom Wasser geschützt. — Wo im Bach geeignetes Material fehlt, ist solches herbeizuschaffen und zwar, je nach den Verhältnissen, Steine oder Pfahl- und Faschinenholz. Bei der Erstellung derartiger Schutzbauten ist jeweilen für guten Anschluss derselben an die gesunden Uferstellen zu sorgen, damit sie nicht vom Wasser umgangen werden

können. In gleicher Weise sind die Sohlen der Bäche zu schützen. Für die Ausführung der Schutzbauten wird im dritten Abschnitt die nöthige Anleitung gegeben.

So einfach und kunstlos der Ufer- und Sohlenschutz bei stückweisen Arbeiten von beschränkter Ausdehnung ist, so darf er doch nie ausschliesslich den einzelnen Anstössern überlassen werden. Wo die Einen nach eigenem Ermessen machen was sie wollen und die Andern gar nichts thun, wird der Zweck nicht erreicht. Gar oft werden die Zustände verschlimmert statt verbessert. Eine einheitliche Aufsicht und Ausführung ist absolut nöthig.

So weit die Bäche sich noch in ihrem Urzustande befinden, sind deren Ufer in der Regel mit *Gesträuch* bewachsen. Dieses Gesträuch bindet die Ufer durch seine dichte Bewurzelung und schützt sie wenigstens theilweise gegen Unterspülung und dadurch die über denselben ansteigenden Halden gegen Abrutschung. Ueber dieses bieten die am Ufer wachsenden Stauden, welche zum Theil Holzarten angehören, die, als Flecht- und Faschinenruthen verwendet, leicht anwachsen, ein ausgezeichnetes Material für Uferbauten. Bäume dürfen an gefährdeten Ufern nicht erzogen werden, weil sie — bei Uferbeschädigungen in den Bach stürzend — Stauungen, Wasseraustritte und Kiesablagerungen veranlassen und Stege und Brücken gefährden. Auch das Ausschlagholz darf nicht alt und hoch werden. Oft wiederkehrender Hieb desselben vermindert nicht nur die Gefahr der Wasseranstauung bei allfälligen Ufereinbrüchen, sondern fördert auch die Verdichtung des Bestandes und damit die Befestigung der Ufer.

In vielen Fällen kann man drohenden Uferbeschädigungen vorbeugen oder dieselben wenigstens mässigen, wenn man die am Bachbord wachsenden Stauden einkerbt und am Ufer so niederlegt, dass sie sich an dasselbe anschliessen, den Andrang des Wassers erschweren und dessen zerstörende Kraft mässigen. Wo am Ufer Stauden fehlen, kann man durch rechtzeitig eingehängte astreiche Tannen (am besten Rothtannen) den nämlichen Zweck erreichen.

Wasserfälle und Vertiefungen in der Bachsohle (Kolke) sind unzertrennbare Begleiter, und wirken häufiger günstig als ungünstig auf den Zustand der Bäche. Sie brechen das Gefäll und vermindern auf den zwischenliegenden Strecken die Geschwindigkeit des abfliessenden Wassers, bieten also Schutz gegen die allgemeine Vertiefung der Bachsohle, gegen Beschädigungen der Ufer und gegen Abrutschungen an den Hängen. Oeftere Beobachtung des Zustandes der Wasserfälle und der Kolke, sowie der Wirkung derselben auf ihre Umgebung ist aber gleichwohl sehr zu

empfehlen. Eine starke Vertiefung der Kolke und Schädigungen der Ufer unterhalb der Fälle sind nicht ausgeschlossen und müssen durch geeignete Vorkehrungen rechtzeitig verhindert oder doch geschwächt werden.

Scharfe Krümmungen in den Bächen erschweren den Wasserabfluss und begünstigen Beschädigungen am auswärts gebogenen Ufer, sie sollten daher — auch wenn eigentliche Korrektionsarbeiten nicht beabsichtigt sind — erweitert, beziehungsweise ausgeglichen oder durchstochen werden. Die grössten Uebelstände lassen sich in der Regel schon dadurch bedeutend abschwächen, dass man die Geschiebsanhäufungen am eingebogenen Ufer beseitigt, oder deren Abschwemmung durch Entfernung der grossen Steine und durch öfters wiederkehrende Lockerung fördert. — Werden die wegzunehmenden Steine zur Sicherung des anderseitigen Ufers, zur Verflachung des Bogens und zur Auffüllung der dort gewöhnlich vorhandenen Vertiefung verwendet, so findet das Wasser bald den kürzeren Weg. Wo das eingebogene Ufer flach ist, kann dem Bach mit geringem Aufwand ein ganz oder theilweise neues Bett angewiesen und damit ein noch besserer Erfolg erzielt werden.

Ungleiche Breite der Bachbette veranlasst Unregelmässigkeiten im Wasserlauf. An den engen Stellen wird — wenn der Grund nicht felsig ist — das Bett vertieft und das Wasser durch Steine, Holz etc., das, querliegend, festgehalten wird, gestaut. — Im weiten Bett bilden sich Querläufe, durch welche die Ufer gefährdet und die Geschiebsanhäufungen begünstigt werden.

Den Verengungen ist nicht leicht abzuhelfen, weil sie gewöhnlich im felsigen Terrain liegen, man muss daher hier die Vorbeugungsmittel gegen Schädigungen darauf beschränken, die Sohle zu erhöhen und die Ansammlung von Gegenständen zu verhindern, welche Stauungen veranlassen könnten. — Im weiten Bett ist um so mehr darauf hinzuwirken, dem Wasser einen Weg von angemessener Breite anzuweisen, je grösserer Werth darauf gesetzt werden muss, das Geschiebe abwärts zu befördern, die Ufer vor Schädigungen und das nebenliegende Land vor Ueberschwemmungen zu schützen.

Auch hier kann man mit einfachen Mitteln grossen Uebeln vorbeugen oder doch eine Abschwächung derselben erzielen. Wegräumung der grossen Steine aus der dem Wasser anzuweisenden Bahn und Verwendung derselben zur Erstellung von Dämmen auf beiden Seiten des zu schaffenden Bachbettes üben sofort eine günstige Wirkung und erleichtern, gut ausgeführt, später vorzunehmende gründliche Korrektionsarbeiten.

Müsste man Werth darauf legen, das Geschiebe im breiten, bezw. veränderlichen Bachbett festzuhalten, wie das z. B. auf Schuttkegeln mit breitem Rücken oder auf sonstigen öden Flächen der Fall sein kann, so ist für möglichste Vertheilung des Wassers zu sorgen, damit es seine Schiebkraft verliert und das grobe Material nicht über das projektirte Ablagerungsgebiet hinausträgt. Bei sorgfältiger Ueberwachung und Regulirung des Wasserabflusses ist es möglich, die Vertheilung der Geschiebe so zu leiten, dass grossen Schädigungen durch dasselbe vorgebeugt und der Erreichung bestimmter Zwecke Vorschub geleistet wird.

Als Vorbeugungsmittel gegen *Bodenabschwemmungen und Abrutschungen* ab den die Bäche begrenzenden Hängen steht die sorgfältige Erhaltung und gute Pflege des Waldes, beziehungsweise des Rasens oben an. Der Wald ist wirksamer als der Rasen und daher nicht nur an den zur Verrutschung geneigten, sondern an allen steilen Hängen zu begünstigen. An stark gefährdeten Halden ist der Niederwaldbetrieb dem Hochwaldbetrieb vorzuziehen.

Sorgfältige Entwässerung aller nassen Stellen und Abhaltung des oberflächlich abfliessenden Wassers von den bereits bestehenden Rutschflächen und vorhandenen Rissen im Boden, Ableitung des sich in Einsenkungen und auf Terrassen ansammelnden Wassers, Wegnahme der starken Bäume an den Rändern der Schlipfe und auf dem in Bewegung begriffenen Boden, sind weitere wirksame Mittel zur Verminderung der Rutschgefahr, die an allen steilen feuchten Einhängen in die Bäche angewendet werden sollten. Gute Unterhaltung der Gräben und Tollen etc. ist unbedingt erforderlich, wenn sie ihre Aufgabe dauernd erfüllen sollen.

Wo am Fuss der Schlipfe der blossliegende Boden durch einzelne Flechtzäune zur Ruhe gebracht und dadurch zur Begrünung fähig gemacht werden kann, darf die Bindung desselben und die Bepflanzung der gebundenen Partieen der Rutschflächen auch als Vorbeugungsmittel gegen Schädigungen betrachtet werden. Handelt es sich dagegen um die Bindung des Bodens und die Berasung oder Aufforstung desselben in grösserer Ausdehnung, also um Arbeiten, die in der Regel nur vorgenommen werden, wenn es sich um eine durchgreifende Korrektion des am Fusse der betreffenden Halde vorbeifliessenden oder dieselbe durchschneidenden Baches handelt, so kann nicht mehr von blossen Vorbeugungsmitteln die Rede sein, die Anleitung zur Lösung dieser Aufgabe muss daher dem Titel *C* zugewiesen werden, in dem auch näher auf die Ausführung der Arbeiten an den Bächen einzutreten ist.

6. Verhinderung schädlicher Benutzung der Bäche.

Die Menschen machen sich die Bäche in verschiedener Weise dienstbar. An vielen Orten liefern sie direkt oder indirekt das Brauchwasser für die verschiedenartigsten Zwecke, nicht selten sogar das Trinkwasser und fast überall werden sie als Ablagerungsstellen für alle möglichen scheinbar oder wirklich werthlosen Gegenstände in fester und flüssiger Form benutzt. Leider finden diese beiden, einander sehr widersprechenden Benutzungsarten nur zu oft am gleichen Orte und zur gleichen Zeit statt. In grosser Ausdehnung wird das Bachwasser zur Bewässerung von Wies-, Streu- und anderem Kulturland verwendet, um dessen Ertrag zu erhöhen und von den Witterungsverhältnissen unabhängiger zu machen. Ueberall verwendet man das Wasser der Bäche als wohlfeilste Kraft zum Treiben der Sägen, Mühlen, Fabriken etc. und gar mancher Bach wird zum Transport des Holzes aus unwegsamen Gegenden benutzt.

Um das Wasser zu diesen und andern Zwecken verwenden zu können, müssen in den Bächen verschiedenartige Vorkehrungen getroffen werden, die — unzweckmässig ausgeführt — störend auf die Abflussverhältnisse und den Zustand der Bäche einwirken.

Die für *die Gewinnung des Brauchwassers erforderlichen Einrichtungen* sind in der Regel sehr einfacher Art. Zugänge für die Menschen zum Schöpfen des Wassers oder zum Waschen und Spülen in demselben und für's Vieh zum Tränken, nebst Vorkehrungen zum Auffangen des Wassers für Brunnenleitungen etc. veranlassen keine grossen Modifikationen an den Ufern und im Bett der Bäche, dennoch können sie — am unrechten Ort angebracht oder unzweckmässig konstruirt — Veranlassung zu Schädigungen geben. Es muss daher die Erstellung solcher Einrichtungen überwacht und für zweckmässige Anlegung derselben gesorgt werden. Schädlich wirkende sind wegzuräumen oder zu verbessern.

Durch die absichtliche und unabsichtliche *Benutzung der Bäche als Ableitungs- und Ablagerungsgebiet* für der Aufbewahrung oder anderweitigen Verwendung unwerth erachtete flüssige und feste Abgänge aus Haus, Stall und Hof, Fabriken etc. wird das Wasser verunreinigt. In Folge dessen verliert dasselbe seine Verwendbarkeit in Haus, Stall und Waschküche, sowie zu andern technischen Zwecken, in vielen Fällen wird es gesundheitsgefährlich für Menschen und Vieh und schadet dann auch den Fischen; die Ableitung verunreinigter oder gesundheitsschädlicher Flüssigkeiten in die Bäche und das Hineinwerfen von Abgängen aller Art sollte daher strenge verboten und unnachsichtig bestraft werden. Es ist das um so nöthiger, als verunreinigtes Wasser — namentlich da, wo

es langsam abfliesst — durch seine Verdunstung unangenehm und gesundheitsgefährlich werden kann.

Nicht selten werden die Bäche auch als Ablagerungsgebiet von Steinen und Schutt benutzt, wodurch der Wasserabfluss gestört, die Ufer gefährdet und den Ueberschwemmungen Vorschub geleistet wird. Die Wasserpolizei muss auch gegen solche Missbräuche um so strenger gehandhabt werden, je volksreicher die Gegend und je werthvoller die Güter sind, durch welche die Bäche fliessen.

Die *Verwendung des Wassers zur Bewässerung und als Triebkraft* ist an sich weder für die Bäche noch für deren Umgebung gefährlich, wird es aber, wenn die Vorkehrungen für die Einleitung des Wassers in die Wässerungsgräben und Kanäle unzweckmässig angelegt oder die Weier zum Ansammeln desselben unrichtig plazirt und unsolid erstellt werden.

Die Folgen derartiger Fehler wurden schon im ersten Abschnitt geschildert; sie sind derart, dass sie ernstlich zur grössten Vorsicht bei der Ausführung der Bauten und zu einer strengen Ueberwachung derselben mahnen.

Wehre, welche das Wasser so hoch stauen, dass das Austreten desselben bei hohem Wasserstand nicht ausbleiben kann; Vorkehrungen auf denselben zum Stauen des Wassers bei niedrigem Wasserstand, die beim Anschwellen der Bäche nicht leicht beseitigt werden können; Geschiebsansammlungen ob dem Wehr bis zu einer den Kanaleinlauf übersteigenden Höhe und Ausläufe der Kanäle in den Bach, durch welche die Ufer gefährdet oder der regelmässige Wasserabfluss gestört wird, sind unzulässig. Die solide Erstellung der Wehre und Kanäle liegt zwar im wohlverstandenen Interesse der Ersteller derselben, die Wasserbaupolizei hat aber dennoch die Bauprojekte zu prüfen, wenn nöthig zu berichtigen und deren Ausführung zu überwachen.

Der Erstellung der Dämme für die Wassersammler der Mühlen und Fabriken etc. ist umsomehr Sorgfalt zu widmen, je höher sie sein müssen und je lockerer das zu verwendende Material ist. Mit besonderer Vorsicht sind die Schleussen und Ueberfälle zu konstruiren, damit der Wasserstand mit Sicherheit regulirt und die Schädigung der Dämme durch das abfliessende Wasser verhindert werden kann. Nie sollten die Weier so angelegt werden, dass geschiebführende Wildbäche ihren Weg durch dieselben nehmen müssen. Der Weier muss seitwärts des Wildbachs liegen, damit nur so viel Wasser in ersteren geleitet werden kann, als zur Speisung desselben nöthig ist. Wo der Bach durch den Weier fliesst, führt er demselben — trotz allfälliger Anlage von Schlammsammlern

oberhalb dem eigentlichen Wasserreservoir — Geschiebe zu und füllt ihn bei eintretendem Hochwasserstand so rasch mit Wasser, dass die Abflussvorrichtungen nicht genügen, Dammbrüche daher mehr als wahrscheinlich sind.

Für *die Holzflösserei* können Bäche mit vorherrschend felsigen Ufern unbedenklich benutzt werden, insofern die zur Ansammlung des Wassers zu erstellenden Weier, Klausen, Wasserstuben oder, wie man sie nennen mag, solid gebaut und zweckmässig plazirt sind. Bei Ufern, die aus losem Material bestehen oder mit Flechtzäunen, Faschinen oder leichten Steinwürfen etc. bekleidet sind, kann dagegen die ungebundene und gebundene Flösserei, wie schon im Abschnitt *A* gezeigt wurde, grossen Schaden anrichten. Belege hiefür liegen leider nur zu viele vor, wir erinnern nur an Campo im Kanton Tessin, wo Ende der 1850er Jahre durch unvorsichtige Flösserei Rutschungen in grosser Ausdehnung veranlasst und das ganze, hoch oben liegende Dorf ernstlich gefährdet wurde.

In Bächen mit losen, ungeschützten, oder nur mit Flechtzäunen, Faschinen oder leichten Steinbauten bekleideten Ufern sollte die wilde Flösserei nicht und die gebundene nur mit Vorsicht ausgeübt werden. Kann man die eine oder andere nicht entbehren, so müssen nach Beendigung jedes Holztransportes alle Schädigungen sorgfältig ausgebessert werden. Jede Nachlässigkeit kann grossen Schaden zur Folge haben.

Furthen, Stege und Brücken durch und über die Bäche sind unentbehrlich, ihre Anlage darf daher nicht als eine unzulässige Benutzung letzterer bezeichnet werden, gleichwohl können auch sie bei unzweckmässiger Anlage viel zur Steigerung der Schädigungen durch die Bäche beitragen.

Bei der Einrichtung und Unterhaltung von Furthen ist darauf zu achten, dass die durch dieselben bedingten Einschnitte in die Ufer weder zur Erleichterung des Austretens des Wassers noch zur Beschädigung oder Zerstörung der Uferversicherungen Veranlassung geben.

Bei der Erstellung von Stegen und Brücken ist in erster Linie dafür zu sorgen, dass die lichte Oeffnung zwischen denselben und der Sohle des Bachbettes und seiner Ufer dem Abfluss des Wassers auch bei dessen höchstem Stand Raum genug biete. Selbstverständlich ist bei Feststellung des Querprofils nicht nur die Erhebung der Brücke über die Bachsohle, sondern auch die Höhe der Ufer, resp. der Dämme oberhalb und unterhalb derselben zu berücksichtigen, weil sonst das Wasser ob derselben die letzteren überfluthen und die Brücke umgehen würde. In zweiter Linie ist darüber zu wachen, dass der Wasserabfluss nicht durch in den

862469

Bach gestellte Joche oder Pfeiler und das sich an dieselben hängende Gesträuch etc. gehemmt werde. Bei der geringen Breite der Bäche kann dieser Forderung in der Regel leicht Genüge geleistet werden. Endlich muss verlangt werden, dass man Stege und Brücken gut fundamentire und solid baue, weil die Zerstörung derselben nicht nur Neubauten erfordert, sondern mit vielen Gefahren für den regelmässigen Wasserabfluss und die bachabwärts liegenden Bauten verbunden ist.

C. Vorkehrungen zur Sicherung der Sohle und der Ufer der Bäche.

7. Zweck der Sohlen- und Uferversicherung.

Die im vorhergehenden Abschnitt besprochenen Vorbeugungsmittel gegen Schädigungen durch die Bäche reichen da, wo das Wasser bereits grössere Zerstörungen angerichtet hat oder anzurichten droht, zur Verhütung weiteren Schadens nicht aus. Unter solchen Verhältnissen sind eingreifendere Arbeiten um so nöthiger, je unregelmässiger der Wasserzufluss ist, je grösser die Geschiebslieferungen sind und je höher der Werth der Liegenschaften steht, welche vom Bache beschädigt werden.

Der Zweck der auszuführenden Bauten besteht in der Regulirung des Wasser-Zu- und Abflusses, in der Verhinderung schädlicher Veränderungen in den Bachbetten, beziehungsweise in der Wiederherstellung befriedigender Zustände in denselben, in der Verhütung starker Geschiebslieferung und in der Beseitigung der Gefahr des Austretens des Wassers.

Die Ursachen der von den Wildbächen ausgehenden Gefahren wurden schon besprochen, es ist daher hier nur zu wiederholen, dass die Erhaltung der Waldungen, Seen und Sümpfe, beziehungsweise die Vermehrung der ersteren im Einzugsgebiete das wirksamste Mittel zur Verlangsamung des Wasserzuflusses bei heftigem oder lange andauerndem Regen und raschem Schneeabgang ist und dass der Hauptgrund für die bösen Zustände der Bachbette, sowie für die grossen Geschiebslieferungen in der Regel in der Vertiefung der Sohlen und in der damit verbundenen Unterspühlung der Ufer der Bäche liegt.

Abgesehen von einer sorgfältigen Pflege der Wälder im Sammelgebiet und von der Aufforstung kahler Flächen in demselben, besteht die Aufgabe, welche durch die Bauten an und in den Bächen zu lösen ist, in der Beseitigung der Hindernisse für den regelmässigen Abfluss des

Wassers, in der Sicherstellung der Sohlen gegen Vertiefung und Erhöhung und der Ufer gegen Unterspülung und in der Verhinderung der Ueberschwemmung des nebenliegenden Landes, d. h. in der Erhaltung, bezw. Herstellung von Längs- und Querprofilen, bei denen auch Hochwasser abfliessen können, ohne das Bachbett und dessen Umgebung erheblich zu schädigen.

Endzweck aller Bauten an den Bächen ist: *Möglichste Verhütung von Schädigungen durch dieselben in der Gegenwart und Zukunft.*

8. Wirkung des Wassers und deren Modifikation durch die auszuführenden Bauten.

Wasserbauten müssen mit besonderer Sorgfalt ausgeführt werden, indem sie mehr Gefahren ausgesetzt sind als diejenigen auf wasserfreiem Grund. Vorsicht ist um so nöthiger, weil die drohenden Uebel und die Art ihrer Wirkung nie mit Sicherheit vorausgesehen werden können und demzufolge die Möglichkeit, denselben in jedem einzelnen Falle durch spezielle Vorkehrungen vorzubeugen, fehlt. Es ist unbedingt nöthig, bei der Ausführung von Bauten an den Bächen bestimmte, aus der Bewegung und Wirkung des Wassers und seiner Geschiebe abgeleitete Regeln zu beobachten und nichts zu versäumen, was die Erreichung des Zweckes fördern und eine möglichst lange Wirkung der ausgeführten Arbeiten sichern kann.

Eine der beachtenswerthesten Erscheinungen bei der Bewegung des Wassers und seiner Geschiebe besteht darin, dass *die Geschwindigkeit des fliessenden Wassers mit dem Gefäll wächst und mit zunehmender Breite des benetzten Bachbettes und daheriger abnehmender Tiefe des Wasserstandes geringer wird.*

Mit der Geschwindigkeit der Bewegung des Wassers wächst auch die Stosskraft und die zerstörende Wirkung desselben, es wird daher bei starkem Gefäll fähig, die nicht absolut widerstandsfähige Sohle, sowie die Ufer anzugreifen und das an beiden abgelöste Material so weit abwärts zu befördern, als seine Schiebkraft grösser ist als die Widerstandsfähigkeit der Geschiebe.

Daraus folgt, dass:

1. In allen Bächen so lange eine Vertiefung der Sohle stattfindet, als die Stosskraft des Wassers grösser ist als die Widerstandsfähigkeit der Sohle;

2. die zerstörende Kraft des Wassers zunimmt, wenn — was in der Regel der Fall ist — mit der Vertiefung der Sohle eine Verengung des Querprofils verbunden ist;
3. an der Stelle, wo die Stosskraft des Wassers wegen Abnahme des Gefälls oder Verbreiterung der Bachsohle nicht mehr zur Weiterbeförderung des aufgenommenen Geschiebes ausreicht, eine Erhöhung der Bachsohle eintreten muss, welche ihrerseits eine Vermehrung des Gefälls nach unten bewirkt und nach dem gleichen Gesetz neue Bewegungen in der Schuttmasse veranlasst;
4. die Veränderungen im Längen- und Querprofil der Bäche oder einzelner Theile derselben so lange dauern, als die Stosskraft des Wassers grösser oder kleiner ist, als die zur Fortbewegung der aufgenommenen Geschiebe erforderliche;
5. das Gleichgewichtsprofil erst dann hergestellt ist, wenn das Wasser die Bachsohle nicht mehr zu verändern vermag.

Diese Vorgänge erleiden mannigfaltige Modifikationen durch die Höhe der Wasserstände, den geraden oder krummen Lauf der Bäche, die Beschaffenheit des Bodens, die Menge und Grösse der Geschiebe, die Einmündung von Seitenbächen, die Abzweigung von Wasserwerkskanälen etc.

Je grösser die Wassermasse, desto grösser die Stosskraft, je schärfer die Krümmungen, desto mehr Gefahr für die Ufer, je loser und leichter der die Sohle und die Ufer bildende Boden, desto zerstörender die Wirkung des Wassers, je schwerer und und massiger die Geschiebe, desto mehr Kraft nimmt deren Beförderung in Anspruch, je grösser die Geschiebsführung der Seitenbäche, desto bemerkbarer ihr Einfluss auf den Zustand des Hauptbachs und je stärker der Wasserentzug durch die Kanäle, desto ungleicher der Zustand des Baches ob- und unterhalb des Wuhres.

Hochwasser tragen die Geschiebe weiter abwärts als mittlere Wasserstände und verändern nicht selten die Längenprofile im obern und untern Theil des Baches wesentlich; im untern Theil durch Erhöhung, im obern durch Vertiefung der Sohle.

Die ungleiche Widerstandsfähigkeit des Bodens veranlasst ein staffelförmiges *Längenprofil,* indem die harten, den Angriffen des Wassers einen grösseren Widerstand entgegensetzenden Partieen die Ausgleichung des Gefälls hindern und zur Bildung von Wasserfällen oder starken Gefällsbrüchen Veranlassung geben. Unter solchen Verhältnissen bilden die zwischen je zwei harten Stufen des Grundgebirges liegenden Theile eines Baches rücksichtlich der Herstellung des Gleichgewichtszustandes im Längenprofil einen eigenen, von den auf- und abwärts liegenden Strecken

so lange unabhängigen Abschnitt, als an den der Vertiefung Widerstand leistenden Stellen keine Veränderungen eintreten.

Zur Beförderung der Geschiebe ist um so mehr Kraft nöthig, je grösser die Masse und das Gewicht derselben, namentlich der einzelnen Stücke ist. Die schweren, grossen Steine bleiben daher früher, d. h. bei stärkerem Gefälle liegen als das kleinere Material. In einem und demselben Bache kann somit der Gleichgewichtszustand bei verschiedenen Gefällsverhältnissen eintreten. Da über dieses die Geschiebe im Vorrücken kleiner werden, so wird das Gefäll, bei dem das Wasser auf seinem eigenen Geschiebe dahin fliesst, ohne sich tiefer einzugraben *(Gleichgewichtsgefäll)* in der Nähe des Erosionsgebietes grösser sein als auf den tiefer liegenden Theilen des Schuttkegels.

Einen grossen Einfluss auf das Längen- und Querprofil übt die Einmündung von Seitenbächen. Je grösser die Geschiebsmasse der letzteren im Verhältniss zu ihrem Wasserstand, desto mehr füllen und erhöhen sie das Bett des Hauptbachs. Seitenbäche mit wenig Geschiebe, aber viel Wasser, begünstigen dagegen die Vertiefung des Hauptbachs. Unterhalb der Einmündungsstellen der geschiebsreichen aber wasserarmen Seitenbäche bildet sich somit ein stärkeres Gefäll, während wasserreiche, aber geschiebsarme eine Vertiefung der Sohle und eine Verminderung des Gefälls veranlassen. Von der Bachmündung aufwärts kehrt sich dieses Verhältniss um.

In der Regel bildet das Gleichgewichtsprofil eine Kurve, die unten sanft und nach oben stärker ansteigt; im obern Theil kann sie sehr steil werden, wenn die Bachsohle ausreichende Widerstandsfähigkeit gegen die zerstörende Wirkung des Wassers besitzt. Ist letzteres nicht der Fall, so pflanzt sich die Vertiefung und damit die Verminderung des Gefälls allmälig nach oben fort, bis auch im obern Theil das Gleichgewicht hergestellt ist. An vielen Bächen ist daher innert Zeiträumen, wie wir sie in Rechnung zu ziehen gewöhnt sind, nicht auf die Herstellung normaler Gefällsverhältnisse durch die ausgleichende Kraft des Wassers zu hoffen. Dieselbe ist auch nicht wünschbar, weil sie an vielen Orten Veränderungen an der Erdoberfläche herbeiführen würde, die man nicht als willkommene bezeichnen dürfte.

Bei ungewöhnlich starker Geschiebslieferung (Muhrgänge) kann sich das Profil auf dem Schuttkegel so ändern, dass es stellenweise konvex wird, in normalen Zeiten findet aber immer wieder eine Ausgleichung statt.

Nicht nur die Längenprofile, sondern auch die *Querprofile* der Wildbäche sind so lange fortwährenden Veränderungen ausgesetzt, als der Gleichgewichtszustand nicht hergestellt ist. Wo sich die Bachsohle ver-

tieft, wird das Querprofil enger, die Bewegung des Wassers rascher und die zerstörende Kraft desselben grösser. Die seitlichen Einhänge verlieren ihren Fuss, es erfolgen Abrutschungen, bisweilen auch Felsstürze, das Bachbett wird noch mehr verengt, oder auch ganz gesperrt. In Folge dessen entstehen Stauungen des Wassers, denen, vermehrten Druckes wegen, Entleerungen folgen, die neben grossen Schuttmassen in kürzester Zeit viel mehr Wasser in's Thal befördern, als der im Sammelgebiet während eines gleich langen Zeitraumes gefallenen Regenmenge entspricht. Die *stossweise* abfliessenden Hochwasser richten die grössten Schädigungen an und erschweren die Berechnung normaler Querprofile ausserordentlich.

Zu breite Querprofile, wie sie auf den Schuttkegeln in der Regel und im untern Theil der Schluchten nicht selten vorkommen, wirken ebenfalls schädlich. In der Schlucht, indem sie die Bildung von Querläufen des Wassers begünstigen und dadurch Veranlassung zu stellenweisen Uferunterspülungen und Bodenabrutschungen mit ähnlichen Folgen wie die oben erwähnten geben; auf dem Schuttkegel durch Verminderung der Stosskraft, daherige unregelmässige Geschiebsablagerung und Anbahnung neuer Wasserläufe.

Die seitliche Erosion kann auch dann noch fortdauern, wenn keine Sohlenvertiefung mehr stattfindet und das Bett nicht zu breit ist. Grosse Blöcke bleiben liegen und drängen das Wasser nach dem einen oder andern Ufer. In Folge dessen treten Unterspülungen ein, denen bald Ufereinbrüche und Bodenabrutschungen folgen.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, dass die Hauptursache der Schädigungen durch die Bäche in der Erosion, an Stellen mit starkem Gefäll und in der damit verbundenen Erhöhung der Sohle auf den Strecken mit geringer Neigung liegt, es ist daher, wenn gründlich geholfen werden soll, die Verhinderung, beziehungsweise möglichste Verminderung der Vertiefung und Erhöhung der Bachsohlen anzustreben, erstere im Einschnitt und letztere auf dem Schuttkegel. *Das wirksamste Mittel zur Erreichung dieses Zweckes besteht in der Herstellung eines den örtlichen Verhältnissen angemessenen Längen- und Querprofils.*

Wo das Gefäll gross und die Widerstandskraft der Sohle und der Ufer klein ist, lässt sich die zur Verhütung weiterer Erosion ausreichende Verminderung der Stosskraft des Wassers am zweckmässigsten durch Konzentrirung eines Theils des Gefälls auf einzelne Stellen und daherige Verminderung desselben auf den Zwischenstrecken erzielen.

Als Mittel zur Herbeiführung derartiger Zustände dienen Querbauten im Bachbett, die man als Schwellen, Wehre, Wuhre, Traversen, Sperren, Thalsperren etc. zu bezeichnen pflegt.

Diese Sperren erfüllen drei Aufgaben: Sie halten die Geschiebe zurück, bewirken eine Erhöhung und Verbreiterung der Bachsohle und eine Verminderung des relativen Gefälls derselben.

Da das Gefäll der Wildbäche in der Regel so gross ist, dass die Herstellung des Gleichgewichtsprofils durch Sperren zu grosse Kosten veranlassen würde, so können die Geschiebe durch die Sperren nur bis nach erfolgter Hinterfüllung zurückgehalten werden, ihre diessfällige Wirkung ist daher, so lange der Gleichgewichtszustand fehlt, eine *vorübergehende,* immerhin aber voller Beachtung werthe. — Durch Erfüllung der zweiten und dritten Aufgabe wirken die Sperren *dauernd.* Die erhöhte Bachsohle giebt den beidseitigen Hängen einen festen Fuss und vermindert die Gefahr der Bodenabrutschung, sie besitzt eine grössere Breite und ein schwächeres Gefäll, das auf ihr fliessende Wasser also auch eine geringere Stosskraft. Wo die Zufuhr von Schutt ab den Hängen abnimmt und die Erosion im Bachbett erschwert wird, muss sich die Geschiebslieferung vermindern. Durch die Erstellung von Sperren wird demnach der Zustand der Bäche nicht nur im Erosionsgebiet, sondern auch im Ausschüttungsgebiet nachhaltig verbessert.

Die Uebel, welche *ein zur Fortschaffung der Geschiebe ungenügendes Gefäll* im Gefolge hat, werden durch Verminderung der Geschiebszufuhr am gründlichsten gehoben. Wo die soeben bezeichneten Mittel diesen Zweck nicht in ausreichender Weise erfüllen, muss die Stosskraft des Wassers *gesteigert* werden. Die Mittel hiezu sind: Vermehrung des Gefälls, Verschmälerung des Querprofils und Verminderung der Reibung an der Sohle und den Ufern.

Wie eine Vermehrung des Gefälls erzielt werden kann, wurde früher schon gezeigt, die Verengung des Betts tritt in der Regel als Folge der Steigerung des Gefälls ein und wird — wo nöthig — durch Parallelwuhre, Sperren, Ausräumungen etc. gefördert. Eine Verminderung der Reibung erzielt man durch die Anlegung von gepflasterten Schalen mit möglichst glatter Sohle und soliden, das Wasser zusammenhaltenden Böschungen.

Die *Schalen* bilden demnach den Gegensatz zu den Sperren. Während letztere das Abfliessen des Wassers verlangsamen und die Bewegung der Geschiebe erschweren, fördern die ersteren die bewegende Kraft des Wassers und erleichtern den Transport des Schuttes.

Alle andern, früher erwähnten Bauten dienen den gleichen Zwecken; sie erfüllen dieselben zum Theil selbstständig, zum Theil dadurch, dass sie die Anlage der Sperren und Schalen erleichtern, die Widerstands-

fähigkeit derselben erhöhen und die Gefahren, welche ihnen drohen, vermindern oder doch abschwächen.

9. Die verschiedenen Bausysteme.

Die an den Bächen auszuführenden Bauten bestehen in:

1. Schalen, bestimmt zur Beschleunigung des Wasserabflusses und zur Sicherstellung der Sohle und der Ufer gegen Auswaschung;
2. Parallelwuhren (Uferversicherungen), zur Regulirung des Querprofils der Bachbette und zum Schutze der Ufer gegen Unterspülung;
3. Sporen (Traversen), mit oder ohne Verbindung der Köpfe durch Parallelwerke, um das Wasser auf den für zweckmässig erachteten Weg zu weisen, die Vertiefung des Bachbettes und die Verlandung abgeschwemmter Ufer zu fördern;
4. Hochwasserdämmen, zur Verhinderung des Austretens der Bäche bei Hochwasserständen (Doppelprofil);
5. Querwuhren (Schwellen, Sperren, Thalsperren etc.) zur Erschwerung der Erosion, zur Erhöhung und Erweiterung des Bachbettes, Verlangsamung des Wasserabflusses und Verminderung der Geschiebslieferung;
6. der Abbauung allfälliger Seitenarme;
7. der Entwässerung nasser Hänge, beziehungsweise im Zurückhalten des Wassers an trockenen Halden, behufs Verminderung der Gefahr von Bodenabrutschungen und Verzögerung des Wasserabflusses;
8. der Befestigung und Begrünung der steilen Einhänge in die Bäche behufs Verminderung der Schuttlieferung und Verlangsamung des Wasserabflusses.

Die *Schalen* werden durch Pflasterung der Sohle und der Ufer der Bäche erstellt und erhalten einen Querschnitt von der Form eines Kreis-Segmentes oder eines Trapezes (Fig. 1 und 2). Bei geradlinigem Querschnitt kommt neben Steinen oft auch Holz zur Verwendung und zwar zu Schwellen auf der Sohle und zu Rahmen für die Seitenwände. Die Zwischenräume zwischen Schwellen und Rahmen werden mit Steinen gepflastert. Nur ausnahmsweise, jedenfalls nur für Bäche ohne Geschiebe, erstellt man Schalen ganz von Holz.

Könnten die Schalen so erstellt werden, dass sie der Stosskraft des Wassers und seiner Geschiebe unter allen Umständen einen ausreichenden Widerstand zu leisten im Stande wären, so würden sie alle Vortheile eines Bettes im festen Gestein bieten, die Vertiefung der Sohle und die

Unterspülung der Ufer verhindern und nach Konsolidirung der Hänge weiteren Schuttlieferungen vorbeugen. Leider ist die Erstellung von Schalen, welche dieser Anforderung ganz entsprechen, viel zu theuer und in vielen Fällen unmöglich. In der Regel werden Schalen nur auf den Schuttkegeln erstellt.

Die *Parallelwuhre* können aus Steinen oder aus Holz oder aus beiden Materialien gemischt erstellt werden.

Bei der Verwendung von *Steinen* werden entweder Ufermauern mit mehr oder weniger Anzug in Mörtel- oder Trockenmauerwerk aufgeführt, oder die Ufer werden flach abgeböscht und mit oder ohne Zuhülfenahme von Holz mit Steinen gepflastert oder mit einer Steinvorlage (Steinschüttung) sicher gestellt. (Fig. 3, 4 und 5.)

Muss die Versicherung der Ufer mit *Holz* erfolgen, so werden entweder Blockwände, oder Flechtzäume oder Faschinenbauten erstellt. Letztere können mit Senkwalzen oder sogenannten Wippenwuhren ausgeführt werden. (Fig. 6, 7 *a b* und *c*, 8 und 9.) Bei der Ausführung von Flechtwerk- und Faschinenbauten wird in der Regel eine Begrünung und Verwachsung der Ufer durch die Ausschläge eines Theils des verwendeten Materials angestrebt.

Verwendet man *Holz* und *Steine* gemischt, so findet ersteres theils als Stammholz zu Rösten, Grundschwellen, Rahmen für Steinpflasterung, Pfählen etc., theils als Flechtruthen und Faschinen zu Flechtwerk, Senkwalzen, Wippen, Streuholz u. s. f., Verwendung. Steine und Schutt dienen, abgesehen von der Erstellung von Mauern und Steinpflastern, zur Beschwerung der Faschinen, zur Ausfüllung des Raumes zwischen Flechtwerk, Wippen und Streuholz und als Vor- und Unterlage zur Verstärkung der Holzbauten.

Sporen (Traversen) werden in der Regel da angelegt, wo starke Ufereinbrüche stattgefunden haben, dem Wasser wieder ein bestimmter Weg angewiesen und durch Verlandung für Ersatz des weggeschwemmten Bodens gesorgt werden muss. Man erstellt dieselben aus Steinen oder aus solchen oder Flussgeschieben und Holz und verwendet letzteres als Stamm- und Pfahlholz, als Flechtmaterial, Faschinen und Streuholz. Die dem Bache zugekehrten Köpfe der Sperren bleiben entweder frei, oder sie werden mittelst Längswuhren aus Steinen oder anderem Material mit einander verbunden und rechtwinklig oder spitzwinklig zur Bachaxe gestellt. Bei der letzteren Stellung kann der spitze Winkel bachauf- oder bachabwärts gerichtet sein. (Fig. 10, 11 12, 13 und 14.)

Zur Errichtung von *Hochwasserdämmen* dienen Steine, Erde, Kies etc. Sie werden da angelegt, wo die Bachsohle so hoch liegt, dass eine Ueber-

schwemmung des neben liegenden werthvollen Landes zu befürchten ist. Zum Schutz gegen Abspülung und stellenweise Zerstörung durch Hochwasser sind die Dämme und die Bermen zwischen denselben und den Ufern mit Rasen oder Gebüsch zu begrünen oder zu pflastern. (Fig. 9.) Flache Böschungen sind sehr erwünscht.

Für die Verbauung der Wildbäche im Erosionsgebiete sind *Schwellen, Querwuhre* oder *Sperren* (Thalsperren) die beliebtesten und wirksamsten Bauten. Sie werden von Stein oder von Holz oder von Stein und Holz gemacht und bestehen aus:

a) Einfachen oder mehrfach übereinander gelegten Holzschwellen. (Fig. 15 *a b c*, 16 *a b c* und 17 *a b c*.)

b) Faschinen mit oder ohne Verstärkung durch Steine und Geschiebe oder aus Flechtzäunen. (Fig. 18 *a b c*, 19 *a b c*, 20 *a b c* und 21 *a b c*.)

c) Balken und Zangen etc., deren Zwischenräume mit Steinen, Schutt, Faschinen ausgefüllt werden (Kastenwerke). (Fig. 22 *a* und *b*, 23 *a* und *b*, 24 *a* und *b*, und 25 *a b c*.)

d) Wänden von übereinander gelegten Balken. (Fig. 26 *a* und *b*.)

e) Starken Mauern, trocken oder mit Anwendung von Mörtel erstellt. (Fig. 27 *a b c*, 28 *a b c*, 29 *a b c* und 30 *a b c*.)

Unentbehrliche Bestandtheile der *grösseren Sperren* sind das *Sturzbett* und die *Seitenflügel*, die, wie die Schwellen, aus Steinen oder Holz oder aus beiden Materialien gemischt hergestellt werden können. Beide sind um so nöthiger, je loser das Material ist, auf dem die Sperren gebaut werden. (Flügel siehe Fig. 28, 29 und 30.)

Die Sperren werden rechtwinklig zur Längsachse des Bachs gestellt. Die steinernen erhalten die Form einer Mauer mit geradliniger Stirnseite oder diejenige eines liegenden, bachaufwärts gerichteten Gewölbes mit grösserem oder kleinerem Radius. Sie können mit oder ohne Anzug auf der Stirnseite aufgeführt werden und eine horizontale oder muldenförmige Krone erhalten. (Fig. 27—30.)

Die *Abbauung der Seitenarme* erfolgt durch Erstellung ausreichend starker Dämme an der Abzweigungsstelle.

Die *Entwässerung nasser Halden* dient zur Verminderung der Rutschgefahr und wird durch offene Gräben, Steintollen, Faschineneinlagen, Drainröhren, hölzerne Kengel etc. bewirkt. Richtung und Tiefe der Gräben sind dem Terrain und der Bodenbeschaffenheit anzupassen. (Fig. 35 *a b c*, 36, 37 und 38.)

An trockenen Hängen können *Horizontalgräben* angelegt werden, die das Regen- und Schneewasser auffangen und dessen Versickerung in den Boden begünstigen. Sie vermindern die oberirdisch abfliessende Wassermasse und verzögern den Abfluss bei starken Niederschlägen, wirken somit ähnlich wie die Bodendecke, der Wald und die Sümpfe, sie können aber auch Bodenabrutschungen veranlassen, also nachtheilig wirken (Fig. 39).

Die *Befestigung und Begrünung der steilen Einhänge in die Bäche* erfolgt durch Bindung des Bodens mittelst Flechtzäunen, Faschinen oder niedrigen Trockenmauern und nachherige Bepflanzung mit Gras oder geeigneten Holzarten. Wo sich der Boden in Folge der Einwirkung des Frostes, des Regen- und Schneewassers, oder grosser Steilheit wegen, in beständiger oder zeitweiser Bewegung befindet, müssen die Befestigungsarbeiten der Begrünung vorangehen, weil Pflanzen erst dann wachsen und eine widerstandsfähige Decke bilden können, wenn der Boden zur Ruhe gekommen ist. (Fig. 40 *a* und *b*, 41 *a* und *b*, 42 *a* und *b* und 43 *a* und *b*.)

Fasst man diese Bauten und Arbeiten im Sinne der Zusammenhörigkeit bei der Ausführung in's Auge, so lassen sie sich in folgender Weise zusammenstellen:

1. Schalen.
2. Parallel- oder Längswuhre, (Uferversicherungen) mit oder ohne Hochwasserprofil und mit oder ohne Sohlenversicherung und mit oder ohne Sporen.
3. Sperren und Schwellen mit oder ohne Ufer- und Sohlenversicherung zwischen denselben.
4. Bindung und Bepflanzung steiler Einhänge in die Bäche.

Alle Bauten müssen eine genügende Widerstandsfähigkeit gegen Reibung und Stoss besitzen, sie sind daher aus gutem Material zu erstellen, richtig und solid zu konstruiren und sorgfältig zu unterhalten.

10. Wahl zwischen den verschiedenen Bausystemen.

Auf die Wahl zwischen den verschiedenen Bausystemen üben Einfluss:

1. die Beschaffenheit der Baustelle;
2. der Werth und die Bedeutung der gegen Beschädigungen zu schützenden Objekte;
3. die zu verwendenden Baumaterialien;
4. die verfügbaren Mittel.

Die Baustellen zeigen je nach der Beschaffenheit des Bodens und des Terrains, welches der Bach durchschneidet und je nach dem Gefäll, das der letztere hat, grosse Verschiedenheiten.

Im *untern Theil des Bachlaufs* liegt das Bett gewöhnlich im eigenen Alluvium (Schuttkegel), also in losem Schutt und das Gefäll desselben ist mässig, dem Gleichgewichtsgefälle nahe stehend, es handelt sich daher hier in der Regel um Verhinderung des Austretens des Wassers und möglichst unschädliche Ablagerung der Geschiebe.

Können letztere in einen See geleitet oder einem Flusse zugeführt werden, der sie ohne nachtheilige Folgen aufzunehmen und fortzuschieben vermag, oder ist die Erstellung von Ablagerungsplätzen (Geschiebssammlern) ausführbar, so leisten Schalen oder ohne solche gut regulirte Bachbette zur raschen Abführung des Wassers und der Geschiebe gute Dienste. Muss und kann dagegen das Geschiebe auf und an dem Schuttkegel zurückgehalten werden, so ist eine starke Vertheilung des Wassers auf demselben und an seinem unteren Ende zu begünstigen, weil dessen Schiebkraft dadurch vermindert wird.

In der *Schlucht* können wesentlich verschiedene Zustände vorhanden sein und zwar so, dass sie sich nicht strenge in eine untere und obere Partie gliedern, sondern miteinander wechseln. An den einen Stellen — gewöhnlich im untern Theil und oberhalb widerstandsfähiger Felsschichten — ist die Sohle der Schlucht breit und das Gefäll mässig, das Wasser läuft auf ersterer von einem Ufer zum andern und unterspült beide, ohne sein eigenes Bett erheblich zu vertiefen. Auf andern Strecken — namentlich im obern Theil der Runsen — ist das Gefäll gross und das Bachbett eng, es findet daher eine Vertiefung und Verengung des letzteren statt, durch welche der Fuss der Hänge abgeschnitten und die Abrutschung derselben begünstigt wird.

An den zuerst bezeichneten Stellen ist die Einengung des Bachbettes und der Schutz der Ufer durch Sporen und Parallelwuhre, verbunden mit der Beseitigung scharfer Krümmungen, nothwendig. Unter Umständen kann es zweckmässig sein, die Parallelwuhre an Stellen mit stärkerem Gefäll, sowie am untern Ende mit niedern Querwuhren zu stützen.

Auf den Strecken mit starkem Gefäll und engem Bett sind Sperren, die man lieber in grösserer Zahl erstellt, als in bedeutender Höhe ausführt, das wirksamste Mittel gegen die fortschreitende Erosion und die daherigen Rutschungen an den Hängen. Solide Sturzbette und widerstandsfähige Seitenflügel sind um so unentbehrlicher, je zerstörungsfähiger die Umgebung der Sperren ist. Zwischen den Hauptsperren können, je

nach Bedürfniss, weitere Sohlenversicherungen durch Pflasterung, niedrige Querwuhre, Grundschwellen, Flechtzäune, Faschineneinlagen, sowie Uferversicherungen mittelst Trockenmauern, Steinvorlagen, Flechtzäunen, Faschinenbauten etc. angebracht werden, um die Vertiefung der Sohle und die Unterspülung der Ufer zu erschweren.

Derartige Ergänzungsbauten sind um so nöthiger, je weiter die Sperren auseinanderstehen, je weniger also durch dieselben für sich allein das Gleichgewichtsgefäll hergestellt werden kann.

Im *obern Theil* (Sammelgebiet) verzweigen sich die Bäche in der Regel stark; die Wassermasse, welche die einzelnen Zweige führen, ist nicht gross und der direkte Schaden selten bedeutend. Letzterer entzieht sich über dieses der allgemeinen Beachtung, weil die betreffenden Gebiete nicht oft besucht werden. Dessenungeachtet verdienen auch die oberen Regionen bei der Verbauung der Bäche die vollste Beachtung. Auch hier finden, wenn auch in kleinerem Massstabe, Erosionen — stellenweise sogar Ueberschwemmungen, verbunden mit Geschiebsablagerungen — statt. Nehmen die Zweige der Bäche auch Material von Gletschern und Schutthalden auf, so vermitteln sie den Transport von beträchtlichen Geschiebsmassen in die Schluchten.

In dieser Region kann in der Regel mit einfachen Mitteln viel erreicht werden. Theilweise Ausfüllung der sich vertiefenden Gräben mit Steinen oder Gesträuch oder beiden gemischt, Einsetzung von niederen Querwuhren aus Steinen, Holz, Flechtzäunen oder Faschinen, verbunden mit Vorkehrungen zur Erschwerung der Auskolkung an ihrer untern Seite, stellenweise Sicherung der Ufer gegen Unterspülung und Einsturz, Verhinderung der Aufnahme von Geschieben ab Gletschern und Schutthalden und Beseitigung allfälliger Hindernisse für einen regelmässigen Wasserabfluss, vermindern nicht nur die Geschiebszufuhr in die Hauptbäche, sondern verlangsamen auch den Wasserabfluss und schützen den Boden gegen Abschwemmung und Ueberschüttung. Die Ausführung dieser Arbeiten bietet überdieses Gelegenheit, die in der Nähe der Bäche liegenden, die produktive Bodenoberfläche verkleinernden Steine nutzbringend zu verwenden (Räumung der Alpen).

Wenn die gegen Beschädigungen durch die Bäche zu schützenden Grundstücke und Gebäude einen grossen Werth repräsentiren, wenn Gefahren, welche Strassen und Eisenbahnen drohen, beseitigt werden müssen, wenn Flüsse, die ihr Bett stark erhöhen und durch häufiges Austreten grossen Schaden anrichten, von der Geschiebszufuhr entlastet werden sollen, wenn die Bäche grobes, schweres Geschiebe führen und häufig austreten, dann rechtfertigt sich ein grosser Aufwand für die Verbauung

derselben. Wenn dagegen nur geringwerthiges Land gefährdet ist und im Ausschüttungsgebiet weder Ortschaften, noch Strassen und Eisenbahnen liegen, wenn durch das Geschiebe weder Flüsse noch grössere Bäche in schädlicher Weise gefüllt werden, oder Schädigungen überhaupt nur selten eintreten, so wird man die Bauten auf das Nothwendigste beschränken oder ganz unterlassen. Unter solchen Verhältnissen kann die Verlangsamung des Wasserabflusses durch Aufforstung steiler Halden, sowie die Sicherung gefährdeter Uferstellen und in Vertiefung begriffener Sohlenstrecken durch einfache Längs- und Querwuhre genügen.

Bauprojekte, bei deren Aufstellung die Vergleichung des zu erwartenden Vortheils mit den aufzuwendenden Kosten unterbleibt, dürfen nicht als vollberechtigt bezeichnet werden.

Bei Beantwortung der Frage: *Soll eine wünschbare Bachkorrektion vorgenommen werden oder nicht?* darf aber gleichwohl nie der in Zahlen darstellbare Nutzen für sich allein den Ausschlag geben. Die Vortheile, welche nicht in Geld nachgewiesen werden können, wie: das Gefühl, in Zukunft keinen Gefahren mehr ausgesetzt zu sein und die daherige Ermuthigung zu grösserer Thätigkeit; der indirekte Nutzen, welcher entfernten Gegenden aus derartigen Unternehmungen erwächst; die Hebung des Volkswohls durch Vermehrung des produktiven Bodens und Beseitigung der Gefahr der Vergrösserung unfruchtbarer Flächen u. a. m. verdienen die vollste Beachtung.

Die *Verwendung des einen oder andern Materials* für die Erstellung der Bauten hängt in erster Linie vom Vorhandensein desselben in der Nähe der Baustellen ab, weil zu letzteren — namentlich zu denjenigen in den Schluchten — nur ausnahmsweise fahrbare Wege führen, die Zufuhr von Steinen also unmöglich und diejenige von Holz zum Mindesten sehr erschwert ist.

Hat man die Wahl zwischen verschiedenen Baumaterialien, so wird man immer den widerstandsfähigeren, dauerhafteren den Vorzug geben vor solchen, welche diese Eigenschaften in geringerem Grade besitzen. Man wird also wetterbeständige, harte Steine den verwitterbaren, weichen und gute Steine überhaupt dem Holz vorziehen. Aus Steinen und Holz erstellte Bauten dauern in der Regel länger und sind bei zweckmässiger Konstruktion widerstandsfähiger als solche, zu welchen nur Holz verwendet wurde, sie sind daher den letzteren gegenüber zu begünstigen. Gutes Stammholz ist dem Flecht- und Faschinenholz vorzuziehen, weil es durch die Geschiebe weniger geschädigt wird und dauerhafter ist. Die letzte Regel erleidet jedoch da eine Ausnahme, wo ausschlagsfähiges Jungholz unter Verhältnissen verwendet werden kann, welche der Bildung

von Ausschlägen und Wurzeln günstig und keinen starken Schädigungen durch Geschiebe ausgesetzt sind.

Stein-, Holz- und aus beiden Materialien zusammengesetzte Bauten erfüllen bei zweckmässiger Konstruktion ihre Aufgabe, die Wahl des Baumaterials hängt daher nicht nur vom Zweck der Bauten, sondern auch von der Kostenfrage ab.

Bei Beurtheilung des erforderlichen *Geldaufwandes* für Bauten mit dem einen oder andern Material darf aber die grössere Dauer der Steinbauten gegenüber den aus Holz oder aus Holz und Steinen erstellten umsoweniger unbeachtet bleiben, als beim Nachlassen der Widerstandsfähigkeit derselben nicht nur deren Erneuerung, sondern auch die mit ihrem Morschwerden verbundenen Gefahren in Betracht kommen.

Die Rücksichten auf die verfügbaren Mittel dürfen nie zur Projektion und Ausführung unsolider Bauten führen. Reichen die Mittel zur guten Ausführung aller an einem Bach wünschbar erscheinenden Bauten nicht aus, so beschränke man dieselben auf das Nothwendigste und führe das, was gemacht wird, sorgfältig aus. Selbstverständlich muss man dabei dafür sorgen, dass später vorzunehmende Arbeiten in zweckmässiger Weise an die bestehenden angeschlossen werden können.

Kurz zusammengefasst ergibt sich aus dem Gesagten, dass:

1. auf den Schuttkegeln die Anlage von Schalen oder doch eine Regulirung und Einengung des Bachbettes wünschbar erscheint, sobald das Geschiebe am Fusse desselben in Seen, Flüssen und Geschiebssammlern oder auf öden Plätzen unschädlich abgelagert werden kann, dass dagegen eine starke Vertheilung des Wassers zu begünstigen ist, wenn der Schutt auf dem Kegel liegen bleiben soll;
2. in der Schlucht, soweit das Gleichgewichtsgefäll annähernd besteht, Parallelwuhre oder Sporen, verbunden mit Beseitigung scharfer Krümmungen und gestützt durch Querschwellen zur Hebung der bestehenden Uebel geeignet erscheinen;
3. im Erosionsgebiet Sperren mit den nöthigen Ergänzungsbauten die Aufgabe, weiteren Vertiefungen der Bachbette vorzubeugen, am besten erfüllen und zugleich geeignet sind, einen Theil der Geschiebe zurückzuhalten und den Wasserabfluss zu verlangsamen;
4. im Sammelgebiet einfache Querbauten in Verbindung mit Ausfüllung starker Vertiefungen und Sicherstellung angegriffener Ufer die bestehenden Uebelstände beseitigen oder doch vermindern;

5. da mit besonderer Sorgfalt vorgegangen werden muss, wo die Hochwasser grossen Schaden anrichten und ganze Ortschaften, Strassen und Eisenbahnen gefährden;
6. soweit eine Auswahl unter verschiedenen Baumaterialien möglich ist, jeweilen die dauerhafteren und widerstandsfähigeren den diese Eigenschaften in geringerem Grade besitzenden vorzuziehen sind;
7. bei ungenügenden Mitteln Ersparnisse nicht durch Verzicht auf die Solidität der Bauten, sondern durch räumliche Einschränkung derselben angestrebt werden dürfen.

11. Allgemeine Bemerkungen über die Ausführung der wichtigsten Bauten.

Die bei der Korrektion der Bäche mit der grössten Sorgfalt auszuführenden Bauten sind: die Schalen, die Sperren, die Längswuhre und Sporen (Traversen) und die Mündungen.

Schalen sind theuer und an Bächen, welche viel Geschiebe führen, einer verhältnissmässig raschen Abnutzung und Zerstörung ausgesetzt, wenn sie nicht aus ganz hartem Material bestehen und sehr solid konstruirt sind. Wo Schalen nicht entbehrt werden können, nehme man schon bei der Projektirung derselben darauf Rücksicht, dass nur hartes Material verwendet werden darf und eine Verstärkung mittelst Querrippen — erstellt mit grossen, tief in den Boden eingreifenden Steinen, niedrigen Steinschwellen oder starken Querrippen aus Beton — sehr wünschbar erscheint.

Haben die Schalen ein starkes Gefäll, so ist ein geradliniges Profil einem hohlen vorzuziehen; bei geringem Gefäll verdient die muldenförmige Form den Vorzug, weil sie die Schiebkraft des Wassers vermehrt. Da auf den Sohlen der Schalen keine Geschiebe liegen bleiben und Stösse, sowie starke Reibungen vermieden werden sollen, so ist dafür zu sorgen, dass die Pflasterung eine glatte Oberfläche erhalte und behalte.

Vor der Projektirung der *Sperren* müssen folgende Fragen geprüft und beantwortet werden:

1. Ist den Sperren auf der abwärtsgekehrten Seite viel oder wenig oder gar kein Anzug zu geben?
2. Sollen dieselben geradlinig oder in der Form eines liegenden Gewölbes erstellt werden?

3. Sind die Sperren durch Widerlager zu stützen oder bis zur Krone soweit in die beidseitigen Ufer einzubauen, dass sie an diesen den nöthigen Halt finden?
4. Soll der Krone derselben eine horizontale oder muldenförmige Oberfläche gegeben werden?
5. In welcher Weise ist der Bildung eines Kolks am Fusse der Sperren vorzubeugen?
6. Wie hoch darf man die Sperren machen und welche Höhendifferenz ist zwischen dem Fuss einer obern und der Krone der nächst untern zulässig?

Bei Beantwortung dieser Fragen kommen die Inanspruchnahme der Widerstandsfähigkeit der Sperren und die lokalen Verhältnisse in Betracht.

Widerstandsfähig müssen die Sperren sein gegen Druck und Stoss und gegen Reibung und Stoss. Gegen Druck und Stoss in ihrer ganzen Konstruktion, namentlich bis zur vollständigen Hinterfüllung; gegen Reibung und Stoss an der Krone und an der Front, an letzterer besonders dann, wenn man denselben einen starken Anzug gibt und schwere Geschiebe über sie hinweggehen.

Die Widerstandsfähigkeit der Sperren gegen Druck und Stoss wird, wenn das Gefäll der Bäche oberhalb derselben nicht sehr stark ist, nicht in dem Mass in Anspruch genommen, wie man vorauszusetzen pflegt. Des Stauens des Wassers hinter der Sperre wegen, werden die Geschiebe nicht rasch an dieselbe getrieben, in vielen Fällen bleiben sie liegen, bevor sie deren Rückwand ganz erreicht haben; ein starkes Anprallen findet nur ausnahmsweise statt. — Hinter der Sperre sammelt sich das Wasser nur bei starkem Zufluss bis zur Höhe der Krone, bei gewöhnlichem Wasserstand sickert dasselbe durch die Sperre, oder wird, wenn man diese wasserdicht erstellt, mittelst Durchlässen abgeleitet. Ein grosser hydrostatischer Druck findet daher je nur während kurzer Zeit statt und hört fast ganz auf, wenn die Sperre hinterfüllt ist, weil die Zwischenräume der Geschiebsanhäufung so mit Schlamm geschlossen werden, dass nur wenig Wasser in dieselbe eindringt. Das hinter der Sperre angehäufte trockene Alluvium übt keinen grossen Druck auf dieselbe. Trotz dieser günstigen Verhältnisse wird man wohl daran thun, die Sperren solid zu konstruiren und stark zu machen und den Stoss auf die neu erstellten durch Hinterfüllung derselben zu mässigen. — Sperren, welche in der Mitte halb so dick sind als hoch, dürften bei guter Konstruktion die nöthige Widerstandsfähigkeit besitzen.

862469

Die Reibung an der Oberfläche der Krone und der Stoss auf die Böschung der Sperren und deren Sturzbett wirkt um so verderblicher, je mehr schwere, harte Steine über sie hinweggehen. Die Schädigungen an der Krone lassen sich durch Verwendung guten harten Materials und durch sorgfältigen Verband desselben vermindern, überdieses ist eine Ausbesserung, beziehungsweise Erneuerung der obern Schicht mit keinen grossen Schwierigkeiten verbunden. Verderblicher wirkt der Stoss der über die Krone getriebenen Steine, wenn sie im Fallen die Böschung der Sperre treffen, weil dadurch das Gefüge derselben gelockert wird. Diesem Uebel ist dadurch leicht vorzubeugen, dass man den Sperren an der Front keinen oder nur schwachen Anzug gibt. — Für die Sturzbette sind die überfallenden schweren Steine um so gefährlicher, je weniger sie im Fallen aufgehalten werden, senkrechte Sperren steigern somit diese Gefahr. Wenn die dem Anprall unmittelbar ausgesetzten Steine des Sturzbettes in das Fundament der Sperre eingreifen, so wird durch den Sturz schwerer Felsbrocken Sturzbett und Sperre gefährdet.

Den lokalen Verhältnissen muss durch möglichste Berücksichtigung des Terrains, der vorhandenen Baumaterialien und der verfügbaren Mittel und durch sorgfältige Anpassung der Projekte an dieselben Rechnung getragen werden.

Man steigert damit die Widerstandsfähigkeit der Bauten, vermindert die Erstellungs- und Unterhaltungskosten und schützt sich gegen Ueberschreitung der Kredite.

Auf die oben gestellten Fragen gibt es nach dem Gesagten keine bestimmte Antwort, man muss dieselben von Fall zu Fall prüfen und beantworten. Als allgemeine Wegleitung hiezu dürfte Folgendes Berücksichtigung verdienen.

Sperren mit Anzug haben bei gleicher Stärke und Konstruktion eine grössere Widerstandsfähigkeit als senkrechte, man wird daher denselben an Orten, wo keine schweren Geschiebe über sie hinweg gehen, gerne einen Anzug von $^1/_{10}$ bis höchstens $^1/_5$ geben. Mehr bei der Verwendung von geringem Baumaterial, weniger bei gutem, widerstandsfähigem. Wo dagegen noch schwere Geschiebe über die Sperren fallen, gebe man denselben eine senkrechte Front. Sperren mit staffelförmiger Vorderseite sind nur da zu empfehlen, wo viel Wasser aber kein Geschiebe über dieselben stürzt.

Sperren in Form eines liegenden Gewölbes sind widerstandsfähiger als geradlinige; ohne letztere ganz auszuschliessen, gelten daher die ersteren als Regel. Der Radius für die Gewölblinie darf nie so klein gewählt werden, dass die Enden der Sperren an den Ufern tangiren; man

würde in diesem Falle nicht nur auf die wirksamste und wohlfeilste Stütze verzichten, sondern auch die Umgehung der Sperren erleichtern. Stark gewölbte Sperren leisten überdieses dem Seitendruck weniger Widerstand als schwach gewölbte oder gerade, was zwischen nassen, rutschungsfähigen Hängen alle Beachtung verdient.

Sperren, welche seitwärts in die Ufer eingreifen (Fig. 28 und 30), sind denjenigen vorzuziehen, welche sich an — längs den Ufern erstellte Widerlager anlehnen (Fig. 29). Die ersteren schützen besser gegen Hinterspülung und können nach Gutfinden erhöht werden, während die letzteren schon bei mässiger Höhe schwer mit den Ufern zu verbinden sind.

Ueber Sperren mit horizontaler Kronenoberfläche fliessen Wasser und Geschiebe in starker Vertheilung ab und schädigen Krone und Sturzbett weniger als bei muldenförmigem Abschluss. Bei letzterem wird die Sperre bei mässigem Wasserstand nur an der tiefsten Stelle benetzt und selbst bei hohem werden die Geschiebe vorzugsweise über letztere abgeführt. Bestehen die Sperren theilweise oder ganz aus Holz, so wird ihre Dauer durch das zerstreute Abfliessen und das daherige beständige Nassbleiben des ganzen Baues erhöht. Es ist daher zu empfehlen, die Krone der Sperren auf die Breite der normalen Bachsohle horizontal abzuschliessen und sodann durch Erhöhung der Mauern auf den Seiten derselben dafür zu sorgen, dass die Hochwasser die Abhänge nicht angreifen und die Sperren nicht umgehen (Fig. 25 und 30). — Eine Ausnahme von dieser Regel macht man da, wo das eine Ufer aus losem Schutt und das andere aus festem Fels besteht. In solchen Fällen ist es angezeigt, Wasser und Geschiebe der widerstandsfähigen Seite zuzuweisen, die Sperren also auf dieser Seite niedriger zu halten, als auf der andern. Das Aufsetzen eines Flügels ist am festen Ufer unnöthig (Fig. 29).

Der Bildung eines Kolkes vor der Sperre muss vorgebeugt werden, weil starke Auswaschungen am Fusse derselben deren Widerstandsfähigkeit in hohem Masse gefährden. Wenn daher die Bachsohle nicht an sich so fest ist, dass sie den Angriffen des abstürzenden Wassers und seiner Geschiebe ausreichenden Widerstand entgegenzusetzen vermag, so muss sie widerstandsfähig gemacht werden. Es geschieht das in der wirksamsten Weise durch Bekleidung der Sohle mit einem starken Pflaster aus grossen, harten, aufrecht gestellten Steinen. Wo das Wasser keine groben Geschiebe führt, kann auch Holz und Stein oder Holz allein verwendet werden.

Eine sorgfältige Verspannung des Sturzbettes ist unbedingt nöthig. Je nach den Verhältnissen erfolgt dieselbe durch das Einlegen einer Schwelle oder die Erstellung einer niedrigen Vorsperre an dessen unterem Ende. Der Fuss der letzteren ist durch eine Vorlage von schweren Steinen

zu sichern. Es erscheint zweckmässig, das Sturzbett vom Fundament der Sperre unabhängig zu erstellen, beide aber gleichwohl enge aneinander anzuschliessen (Fig. 15—30). Wenn die Bäche wenig Geschiebe über die Sperren führen, so ist es zweckmässig, das Sturzbett oben tiefer zu legen als unten, damit der Stoss des Wassers durch das am Fusse der Sperre liegenbleibende gemildert wird. Unter Umständen empfiehlt sich die Erstellung eines künstlichen Kolkes.

Die Erstellung hoher Sperren kann nicht empfohlen werden. Wenn nicht ganz triftige Gründe für eine grössere Höhe vorliegen, so sollte dieselbe 4—5 *m* nicht übersteigen; lieber bleibe man unter diesem Mass. Je höher die Schwellen, desto grösser der Raum für die Ablagerung von Geschieben hinter denselben, desto grösser aber auch die Gefahr der Zerstörung und desto verderblicher die mit einer solchen verbundenen Folgen; die Vortheile hoher Sperren vermögen die Nachtheile derselben nur ausnahmsweise auszugleichen.

Wenn man bei der Anlage der Sperren den Zweck verfolgt, die Geschiebslieferung der Bäche zu verhindern, so müssen dieselben so gruppirt werden, dass zwischen der Krone der untern und dem Fuss der ihr zunächst höher gelegenen der Gleichgewichtszustand hergestellt wird. Das dem Gleichgewichtszustand entsprechende Gefäll lässt sich nicht in Zahlen angeben, weil es sich nach der Beschaffenheit der Geschiebe, dem Verhältniss der Wassermasse zu denselben und der Breite des Bachbettes richtet, grosse Schwierigkeiten bietet jedoch dessen Ermittlung nicht. Es ist demjenigen gleich, das sich an den Stellen bildet, wo die eben bezeichneten Verhältnisse (Geschiebe, Wassermenge, Sohlenbreite) so sind, wie sie sich nach erfolgter Hinterfüllung der Sperren gestalten. Der Schuttkegel und diejenigen Stellen im Bach, an denen das Wasser über sein Alluvium fliesst, ohne dasselbe aufzuwühlen, bieten Gelegenheit zur Ermittlung des Gleichgewichtsgefälls. — Mit der grössten Sicherheit könnte man diese Aufgabe lösen, wenn man mit der Ausführung der Sperren in den einzelnen Abtheilungen der Bäche so vorginge, dass man die nächst folgende erst erstellen würde, wenn die vorangegangene hinterfüllt ist; ein derartiges Vorgehen ist aber aus verschiedenen Gründen nur ausnahmsweise zulässig.

Eine Verbauung der Wildbäche mit durchgreifender Herstellung des Gleichgewichtszustandes bedingt Kosten, welche durch die erreichbaren Vortheile in der Regel nicht ausgeglichen werden, man muss sich daher auf wohlfeilere Art zu helfen suchen. Ein gutes Mittel zur Kostenersparniss liegt in einem weiteren, dem Ausgleichungsprofil entsprechenden Auseinanderrücken der Hauptsperren und der Zwischenlegung von Schwellen

zweiten Ranges, erstellt aus Stein, Stein und Holz, Stammholz, Flechtzäunen oder Faschinen von nur 0,3 bis höchstens 1,5 *m* Höhe. Die Erstellung solcher erfolgt in dem Mass, wie die Verlandung vorrückt, kann also den Verhältnissen leicht angepasst und ohne grossen Aufwand allmälig durchgeführt werden (Fig. 15—23).

Wo die Geschiebe am Fusse der Hänge keinen grossen Schaden anrichten, oder von den Flüssen ohne erhebliche Nachtheile aufgenommen und fortgeführt werden können, wird man sich damit begnügen, starke Erosionen zu verhindern und eine allmälige Beruhigung rutschiger Hänge durch Entwässerung, Begrünung und Erhöhung der Bachsohle zu begünstigen.

Parallelwuhre haben auf der inneren Seite den Angriffen des Wassers und seiner Geschiebe und auf der äusseren dem Druck der Ufer, beziehungsweise der Halden hinter denselben Widerstand zu leisten; Konstruktion und Baumaterial müssen sich nach den Gefahren richten, welche denselben drohen.

Parallelwerke mit flachen Böschungen gegen den Bach sind dem Stoss des Wassers und der Geschiebe weniger ausgesetzt als solche mit steilen, letztere sind daher, wo sie nicht vermieden werden können, nie steiler zu machen, als es durch die Verhältnisse absolut geboten ist. (Fig. 1—9).

Können die Längswuhre nicht an die Ufer angelehnt werden, so sind sie durch *Sporen* (Traversen) mit dem Hochufer zu verbinden, einerseits um ihnen einen besseren Halt zu geben, anderseits um die Verlandung des rückwärtsliegenden Gebietes zu begünstigen. — Wo man der Kostenersparniss wegen die sich nicht an die Ufer anlehnenden Längswuhre nicht sofort oder gar nicht erstellen will, was auf geraden Uferstrecken zulässig erscheint, begnügt man sich mit der Erstellung von Sporen, deren Köpfe auf die projektirte Uferlinie verlegt werden. In diesem Falle sind die Köpfe gut zu versichern, weil sie den Angriffen des Wassers und dem Stoss der Geschiebe stark ausgesetzt sind. Die Sporen lässt man nach hinten mässig ansteigen, damit sie das ausgetretene Wasser in's Bett zurückleiten, neuen Angriffen auf das Hochufer vorbeugen und die Verlandung begünstigen. Auch die an den Köpfen nicht miteinander verbundenen Sporen begünstigen bei zweckmässiger Anlage die Verlandung und sind so stark zu machen und an der Krone so abzuschliessen, dass sie bei der Ueberfluthung möglichst wenig beschädigt werden.

Sporen, welche Längswuhre mit dem Hochufer verbinden, legt man in der Regel rechtwinklig zur Uferlinie, freistehende, an den Köpfen nicht verbundene werden dagegen gerne in der Weise schief zum zu-

künftigen Ufer gestellt, dass der bachaufwärts gekehrte Winkel ca. 110 und der abwärts gerichtete ca. 70^0 misst. Durch aufwärts gerichtete Sporen begünstigt man die Verlandung mehr als durch rechtwinklig oder abwärts gekehrte, überdies sind sie der Unterspülung weniger ausgesetzt (Fig. 10, 11, 12 und 13).

Die Bemessung der *Querprofile* kommt in Betracht beim Aufsetzen der Flügelmauern auf die Sperren, bei der Regulirung des Bachbettes durch Parallelwerke, Sporen oder Schalen und bei der Erstellung von Stegen und Brücken. Die Querprofile sind dem höchsten Wasserstand anzupassen. Die Feststellung der höchsten Wasserstände ist bei den Wildbächen schwierig, weil Pegelbeobachtungen fehlen und die Berechnung derselben aus der Regenmenge des Auffanggebietes — der Geschiebsführung und der durch Bodenabrutschung und Ufereinstürze verursachten Stauungen wegen — keine sicheren Anhaltspunkte gewährt.

Selbst da, wo Anhaltspunkte zur Beurtheilung der höchsten Wasserstände vorliegen, kann man dieselben der Berechnung des Querprofils nicht ohne Bedenken zu Grunde legen, weil man bei der grossen Veränderlichkeit der Bette ungeregelter Bäche deren Zustand an der Beobachtungsstelle zur Zeit des Eintritts des fraglichen Hochwassers selten genau kennt. In der Regel werden sich indessen am Bache einzelne felsige Stellen finden, welche für die Feststellung des Querschnittes Anhaltspunkte bieten und in Verbindung mit der Berechnung der Hochwasserstände aus der Regenmenge und dem Einzugsgebiet brauchbare Resultate geben. Der Unsicherheit der letzteren wegen wird es aber immer gut sein, das Querprofil lieber etwas voll als knapp zu bemessen. Bei geringem und mässigem Gefäll suche man das Mehr lieber in starker Abschrägung der Ufer, als in der Erweiterung der Sohle.

Erscheinen *Hochwasserdämme* (Doppelprofile) nothwendig, was nur ausnahmsweise und nur im untern Lauf der Bäche der Fall sein wird, so bemesse man das Profil für den Mittelwasserstand so, dass die Hauptmasse der schweren Geschiebe auch bei Hochwasser in demselben Raum findet, und das Hochwasserprofil derart, dass die Dämme unter keinen Umständen überfluthet werden.

Auch die *Mündung der Seitenbäche in die Hauptbäche* muss in sorgfältiger Weise projektirt und ausgeführt werden. Im Sammelgebiet und in der Schlucht wird zwar eine erhebliche Aenderung am Einlauf der Seitenbäche selten möglich sein, wohl dagegen im unteren Lauf und an den Bächen in der Ebene, sowie an den Kanalausläufen.

Die Einmündung kann rechtwinklig oder unter einem mehr oder weniger spitzen Winkel stattfinden und im letzteren Falle kann man den

Winkel so wählen, dass sich die Uferlinien schneiden oder so, dass sie tangiren (Fig. 44).

Insofern die Seitenbäche erheblich kleiner sind als der Hauptbach und viel Geschiebe führen, ist die im Allgemeinen nicht beliebte rechtwinklige Einmündung günstig. Der Hauptbach schiebt bei ihr das Material, welches der Seitenbach bringt, am besten fort, namentlich, wenn sein Profil unterhalb der Mündung nicht mehr erweitert wird, als absolut nothwendig ist.

Bei der spitzwinkligen Einmündung kann sich der Winkel vom rechten bis zu dem das Tangiren der Uferlinien bedingenden verkleinern. — Die Ansicht, dass die Einführung der Seitenbäche in der tangirenden Form die zweckmässigste sei, ist weit verbreitet, bei Geschiebe führenden Bächen aber kaum richtig. Sie bedingt an der Einmündungsstelle eine Erweiterung des Querprofils bis auf die Breite des Haupt- und Seitenbachs zusammengenommen und begünstigt damit die Bildung einer Geschiebsbank an dem der Einmündung zugekehrten Ufer unmittelbar unterhalb dem Einlauf. Das Wasser fliesst in Folge dessen nicht tangirend ein und das gegenüberliegende Ufer ist gegen Beschädigung nicht gesichert, beides umsoweniger, je grösser der Unterschied zwischen dem Gefäll des Haupt- und Seitenbachs ist.

Einmündungen, bei denen sich die Uferlinien schneiden, sind günstiger als tangirende, weil man bei ihnen das Profil nach Belieben reguliren, also auch bei geringem Gefäll des Hauptbachs die Weiterförderung der Geschiebe begünstigen kann.

Bei Befolgung der Regel: *Man nähere den Mündungswinkel umsomehr dem rechten, je mehr Geschiebe der Seitenbach führt und je kleiner er im Verhältniss zum Hauptbach ist, mache ihn dagegen um so spitzer, je kleiner der Unterschied im Wasserstand und je geringer die Geschiebsführung ist*, wird man vor groben Fehlern geschützt sein.

Eine solide Versicherung des der Einmündung gegenüberliegenden Ufers ist bei der recht- und schiefwinkligen Einführung dringend nöthig, ebenso ist eine Vergrösserung des Querprofils ober- und unterhalb der Vereinigung im Sinne grösserer Tiefe, also die Erhöhung der Dämme, wo solche erstellt werden müssen, zu empfehlen. Stauungen des Wassers sind an solchen Stellen nie ganz zu beseitigen.

Wo Bäche in Seen münden oder in solche geleitet werden, sind bei der Projektirung und Erstellung des Einlaufs die Folgen der Deltabildung in's Auge zu fassen, weil sich diese verschieden gestaltet, je nach dem der Seehalde ein flacher Uferstreifen vorliegt oder nicht und je nachdem der Bach mehr oder weniger Geschiebe führt. Wo sich die Ablagerung

voraussichtlich rasch erhöht und der Weg vom Ufer zur Halde ein ziemlich langer ist, muss die Mündung hoch gehalten werden, damit der Bach beim Vorrücken der Ausfüllung bis zur Halde das nöthige Gefäll behält. Wenn die Halde dem Ufer nahe liegt, oder der Bach wenig Geschiebe führt, so ist eine erhebliche Erhöhung des Auslaufs über den dem mittleren Wasserstand entsprechenden Uferrand nicht nothwendig. Steinbauten auf dem Alluvium eines Baches bis zur steilen Seehalde fortzuführen, ist nicht rathsam, weil sie das Abbrechen und Einstürzen der Halden begünstigen. Ist an solchen Stellen ein Zusammenfassen des Wassers nothwendig, so bewerkstellige man dasselbe mit leichten Bauten (Fig. 45 und 46).

12. Konstruktion der Bauten.

Die Konstruktion der Bauten richtet sich in erster Linie nach dem Material, das zu deren Ausführung verwendet wird, die Darstellung derselben wird daher am besten nach diesem gegliedert. Man kann demnach unterscheiden: Holzbauten, Steinbauten, Bauten aus Steinen und Holz, und Erdbauten.

Da die Konstruktion der an den kleineren Bächen auszuführenden Bauten zwar solid, aber möglichst einfach sein soll, so können wir uns bei der Darstellung derselben um so kürzer fassen, als man voraussetzen darf, die zur Ausführung der Arbeiten zu verwendenden Aufseher und Arbeiter seien mit dem Baumaterial, der Verwendung und Verbindung desselben bekannt.

Holzbauten.

Man kann die Holzbauten eintheilen in: Flechtwerke, Faschinenbauten, Bauten aus Stammholz und Bauten aus Faschinen- und Stammholz.

a) Flechtwerke.

Zur Erstellung von Flechtwerken sind Pfähle und Flechtruthen nothwendig.

Zu *Pfählen* wird in der Regel Nadelholz verwendet, am häufigsten von Roth- und Weisstannen, weil diese beiden Holzarten schon im jugendlichen Alter gerade, vollholzige Stämme besitzen und der äusseren Form nach die schönsten und brauchbarsten Pfähle geben. Föhren und Lärchen eignen sich weniger zu rundem Pfahlholz; ihre jungen Stämmchen sind selten ganz gerade und die aus denselben — namentlich aus ersteren — geschnittenen Pfähle leiden beim Einschlagen mehr und sind nicht so

dauerhaft wie diejenigen von Tannenholz. Müssen wegen Mangel an jungem Holz gespaltene Pfähle verwendet werden, so sind diejenigen von älteren Föhren und Lärchen denjenigen von Roth- und Weisstannen vorzuziehen, weil sie dauerhafter sind. — Wo Nadelhölzer fehlen, können auch Laubhölzer — rund und gespalten — zu Pfählen verwendet werden. Am besten eignen sich hiezu die Eiche, die zahme Kastanie und die Akazie, im Nassen auch die Schwarzerle. Buchenholz ist seiner geringen Dauer wegen als Pfahlholz nicht verwendbar. Eichen-, Kastanien- und Akazien-Kernholz ist dauerhafter als Nadelholz.

Wo man das Pfahlholz, ohne hohe Transportkosten aufwenden zu müssen, imprägniren lassen kann, sollte man es thun. Imprägnirt können auch Buchenpfähle zur Verwendung kommen. Auch das Anbrennen der Pfähle leistet gute Dienste. Alle Pfähle sollten vor der Verwendung dürr sein.

Wo Werth darauf gelegt werden muss, dass sich nicht nur das Flechtmaterial, sondern auch ein Theil der Pfähle begrüne, können abwechselnd mit den stärkeren dürren Pfählen aus Nadel- und harten Laubhölzern auch schwächere, grüne, von Weiden- und Pappelholz verwendet werden. Zu alt dürfen diese nicht sein, weil sie sich sonst nicht bewurzeln. Sie müssen zur Zeit des Vegetationsstillstandes geschnitten und frisch verwendet werden.

Die Länge und Stärke der Pfähle richtet sich nach der Höhe der Flechtwerke, der Beschaffenheit des Bodens und dem Widerstand, den sie zu leisten haben. Bei Bemessung der Länge ist der in den Boden kommende Theil nicht zu vergessen und bei Feststellung der Stärke darauf Rücksicht zu nehmen, dass bei gleichem Druck lange Pfähle stärker sein und tiefer in den Boden getrieben werden müssen, als kurze. In der Regel sollte der im Boden befindliche Theil der Pfähle länger sein, als der über denselben emporragende.

Als *Flechtmaterial* eignen sich 4—10jährige, mindestens 2—3 *m* lange Ausschläge von schmalblättrigen Weiden und von Pappeln am besten, weil dieselben, soweit sie theilweise in der Erde liegen, ausschlagen, also einen dauerhaften lebendigen Zaun bilden. Um reichlichen Ausschlag und eine gute Bewurzelung erwarten zu können, muss auch das Flechtmaterial zur Zeit des Vegetationsstillstandes geschnitten und frisch verwendet werden. Derartige Bauten sind demnach in den Wintermonaten mit frisch gehauenem Flechtmaterial auszuführen.

Da Weiden und Pappeln nur ausnahmsweise in grosser Menge vorhanden sind, so müssen für ausgedehnte Arbeiten in der Regel auch andere Laubhölzer und Tannäste benutzt werden. Dass diese dann vor-

zugsweise an den Stellen zu verwenden seien, wo Ausschläge nicht erscheinen oder sich nicht erhalten können, oder kein grosser Vortheil von denselben zu erwarten ist, braucht kaum besonders erwähnt zu werden. Auch da, wo die Begrünung möglich und wünschenswerth ist, kann man durch Verwendung von Weiden- und Pappelholz, gemischt mit anderem Material, eine Ersparniss an ersterem herbeiführen, ohne das Anwachsen und die Dauer der Flechtwerke stark zu gefährden.

Junges Flechtmaterial ist dem alten vorzuziehen, weil es sich leichter verflechten lässt und besser begrünt. Die geringere Widerstandsfähigkeit gegen seitlichen Druck kann durch engeres Zusammenrücken der Pfähle ausgeglichen werden.

Die Höhe der Flechtzäune sollte 1 *m* nie übersteigen, lieber mache man sie nur 25—50 *cm* hoch. Dienen dieselben zur Sohlenversicherung, so können nach der Verlandung auf der erhöhten Bachsohle neue erstellt werden und zwar so oft, als es nöthig ist, um der Sohle die richtige Höhenlage und Breite zu geben. Erstellt man Flechtwerke zum Schutze der Ufer, so genügt eine dem mittlern Wasserstande entsprechende Höhe. Haben die Flechtzäune den Zweck, den losen Boden zu binden und begrünungsfähig zu machen, so thut man besser, dieselben näher zusammenzurücken, als sie hoch zu machen.

Die Tiefe, bis zu der die Pfähle in den Boden einzutreiben sind, richtet sich nach der Höhe der Flechtzäune, dem Druck, dem sie Widerstand zu leisten haben und der Beschaffenheit des Bodens. Je höher der Zaun, je grösser der Druck und je lockerer der Boden, desto tiefer sind die Pfähle in den Boden zu schlagen. Der im Boden befindliche Theil derselben sollte nie weniger als 50—60 % ihrer ganzen Länge betragen.

Die Entfernung der Pfähle von einander ist nach der Stärke der Flechtruthen, der wünschbaren Dichtigkeit des Geflechts und dem Druck, dem es ausgesetzt ist, zu bemessen. Je stärker die Pfähle und Ruthen, je lockerer das Geflecht und je geringer der Druck, desto grösser darf die Entfernung sein. In der Regel werden sich die Abstände zwischen 25 und 60 *cm* bewegen. Es empfiehlt sich, die Flechtruthen zwischen je zwei Pfählen mit einer ausschlagfähigen Querwide zu binden, weil eine solche, auf der Rückseite feucht erhalten, gut ausschlägt.

Wo neben stärkeren, dürren Pfählen auch schwächere, ausschlagsfähige, grüne verwendet werden, ist es zweckmässig, sie näher zusammenzurücken und dürre und grüne mit einander wechseln zu lassen.

Muss man die Flechtzäune hoch machen, so kann man ihre Widerstandsfähigkeit steigern, wenn man die Pfähle unter ihrem obern Ende mit einer Querlatte mit einander verbindet. Befestigt man diese Quer-

latte noch mit Zangen, an Pfähle, welche 1—1,5 *m* oberhalb dem Flechtzaun in den Boden geschlagen werden, so bleibt derselbe aufrecht bis er verfault ist. Bei geringer Länge der quer durch die Bäche gehenden Zäune genügt es, die Querlatte 0,50—1 *m* in die beidseitigen Ufer einzulassen. (Fig. 7, 20 und 21.)

Wenn Flechtmaterial fehlt und nur grobe Geschiebe, Holz u. dgl. zurückzuhalten sind, so können die in eben beschriebener Weise erstellten Pfahlreihen den Zweck ohne Flechtwerk erfüllen, die Pfähle sind dann aber näher zusammenzurücken und tiefer einzuschlagen oder in vorbeschriebener Art als ganze Reihe zu befestigen.

Wo der Untergrund aus einem weichen, erosionsfähigen Felsen besteht, müssen für die Pfähle Löcher gebohrt oder ausgebrochen werden. — Das Flechtwerk ist so tief anzusetzen, dass das Wasser nicht unter demselben abfliessen kann. Im losen Grund ist daher vor dem Einschlagen der Pfähle ein Graben zu öffnen, der ein den Verhältnissen entsprechendes Versenken des untersten Theils des Flechtwerkes möglich macht. Flechtzäune, welche quer durch das Bachbett gezogen werden, sind an beiden Enden so weit in die Ufer einzulassen, dass sie vom Wasser nicht umgangen werden können.

Die Pfähle sind in der Regel senkrecht einzuschlagen, das Eintreiben derselben unter einem bestimmten Neigungswinkel gegen den Horizont ist schwierig und bei ihrer geringen Höhe weder bei Sohlen- noch bei Uferversicherungen nothwendig.

Flechtzäune, welche als Sperren wirken sollen, müssen auf der untern Seite durch eine gute Steinvorlage gegen Unterspülung und auf der obern durch einen Damm aus Bachschutt gegen Stoss geschützt werden. (Fig. 20 und 21.) Die zum Uferschutz erstellten Flechtzäune sind sorgfältig zu hinterfüllen und die Böschungen über denselben so flach als möglich abzuschrägen. (Fig. 7 *a b* und *c*.) Auch an die zur Bindung des Bodens steiler Halden dienenden Flechtwerke sollte, so weit sie aus ausschlagfähigem Material bestehen, von der obern Seite her Erde gezogen werden, um ihre Begrünung zu befördern. (Fig. 40 *a* und *b*.) — Sporen aus einfachen Flechtzäunen zu erstellen, ist nur ausnahmsweise zulässig, weil sie die nöthige Widerstandsfähigkeit nicht besitzen; doppelte Flechtzäune mit Schutt- oder Steinfüllung zwischen beiden können dagegen auch als Traversen gute Dienste leisten, insofern der Kopf gut konstruirt wird. (Fig. 12.)

Die Begrünung aller Flechtzäune kann man wesentlich fördern, wenn man bei Erstellung derselben Weiden-, Pappeln-, Erlen- und Eschen-Pflanzen so in das Geflecht einlegt, dass der unterste Theil der Stämm-

chen und die Wurzeln in der Hinterfüllung liegen, die Spitzen dagegen an der vordern Front aus dem Flechtwerk heraussehen. (Fig. 40 *b*.)

Sehr zu empfehlen ist es, die bei der Zurichtung der Flechtruthen anfallenden Spitzen und Seitenzweige ausschlagfähiger Holzarten frisch so zwischen die einzelnen Flechtlagen einzulegen, dass sie mit ihrem längeren Theil hinter dem Zaun in der Erde liegen und mit dem kürzeren vorn über denselben hinausreichen, sie begrünen sich und tragen viel zur Erhöhung der Dauer der Anlage bei.

b) Faschinenbauten.

Das zu Faschinenbauten zu verwendende Material gleicht dem für die Flechtwerke empfohlenen, Pfahl- und Faschinenholz darf jedoch in der Regel schwächer sein; neu kommen noch hinzu: Widen oder Draht zum Binden der Faschinen und Wippen. Für diejenigen Theile der Bauten, von denen Ausschläge erwartet werden, sind frisch geschnittene Weiden und Pappeln während der Wintermonate zu verwenden. Man darf sie aber auch hier mit andern Holzarten mischen, wenn sie nicht in ausreichender Menge vorhanden sind. Selbstverständlich sind die ausschlagsfähigen Ruthen so einzubinden, dass die Bedingungen zu ihrer Begrünung erfüllt werden können.

Die Faschinenbauten werden in verschiedener Weise ausgeführt. Die dem Namen am besten entsprechende Form besteht in der Verwendung von mehr oder weniger dicken, längeren oder kürzeren, aus zusammengebundenem Reisig bestehenden Walzen zu denselben Zwecken, welchen die Flechtzäune dienen. Bei einer andern Verwendungsart, dem sogenannten Wippenbau, wird gebundenes und loses Faschinenmaterial in Verbindung mit Geschieben und kleinen Pfählen zum Schutze der Ufer verwendet.

Beim gewöhnlichen Faschinenbau erhalten die Walzen, je nach dem Zustand der Baustelle und dem Zweck, der erreicht werden soll, einen Durchmesser von 0,2—1,0 *m*. In's Innere derselben können beliebige Holzarten eingebunden werden, die äussere Hülle dagegen muss aus mindestens 2—3 *m* langen, glatten, wo möglich ausschlagfähigen Ruthen bestehen. Sollen die Faschinen Ausschläge erzeugen, was — so weit sie nicht ganz unter Wasser zu liegen kommen — wünschbar ist, so müssen die äusseren Ruthen vorherrschend aus frisch geschnittenen Weiden und Pappeln bestehen. In dicke Walzen kann auch Bachschutt eingebunden werden; es empfiehlt sich das, weil solche Faschinen schwerer sind, nicht so leicht austrocknen, nicht stark schwinden, sich leichter begrünen und weniger kosten als die ganz aus Holz bestehenden.

Zum Binden der Faschinen kann man Widen von zähen Holzarten oder Eisendraht verwenden. Der Draht wird in neuerer Zeit den Widen vorgezogen, weil er dauerhafter und nicht erheblich theurer ist.

Die Länge und der Durchmesser der Pfähle zur Befestigung der Faschinen richtet sich nach der Dicke der Walzen, beziehungsweise nach der Zahl, in der sie übereinander gelegt werden. Sie können vor den Faschinen, d. h. auf der Seite, nach welcher der Druck wirkt, oder mitten durch dieselben in den Boden geschlagen werden. Wo Walzen für sich allein verwendet werden, empfiehlt sich das erste Verfahren um so mehr, je stärker sie sind, je einseitiger der Druck wirkt und je mehr das Nachsinken derselben begünstigt werden soll.

Die Hauptvortheile des Faschinenbaus bestehen darin, dass die Walzen — namentlich die schwächeren — sich dem Terrain gut anschmiegen und unter einigermassen günstigen Verhältnissen reichlich ausschlagen. Die erste Eigenschaft befähigt sie zum Nachsinken, wenn Unterwaschungen stattfinden, und die letztere verleiht ihnen — trotz des an sich sehr hinfälligen Materials — eine grosse Dauer.

Die Fig. 8, 9, 12, 18, 19 und 41 zeigen die Anwendung der Faschinen für Uferversicherungen, Querwuhre und Befestigung steiler Hänge, sie ist so einfach, dass eine nähere Auseinandersetzung unnöthig erscheint.

Dass alle Vorsichtsmassregeln, welche zum Schutze der Flechtzäune gegen Unterspülung, Umgehung, Druck, Stoss und Begünstigung der Begrünung empfohlen wurden, auch bei den Faschinenbauten zur Anwendung kommen müssen, unterliegt keinem Zweifel. Wo mehrere Faschinen auf einander gelegt werden, kann man, wie bei den Flechtzäunen, zwischen je zwei derselben Laubholzpflanzen so einlegen, dass die Wurzeln in den Boden hinter denselben zu liegen kommen und die Spitzen vorn herausssehen. (Fig. 41 *a* und *b*.) Auch hier leistet das Einlegen der Abfälle ausschlagfähiger Faschinenruthen sehr gute Dienste.

Wo es an Steinen zur Erstellung von Sickertollen fehlt, können Faschinen auch zur unterirdischen Entwässerung verwendet werden, indem man dieselben auf die Sohle der wieder einzudeckenden Gräben legt. (Fig. 36 und 38.)

Zur Sicherung der Ufer an Flüssen und grossen Bächen empfiehlt sich, wenn Faschinenholz angewendet werden muss, der sogenannte *Wippenbau*. (Fig. 9 und 11.) Er wird in folgender Weise ausgeführt.

Der Fuss des zukünftigen Längswuhrs wird mindestens so tief ausgegraben als sich das Flussbett wahrscheinlicherweise vertieft. Auf die so hergestellte Sohle legt man, in einem abwärts gerichteten Winkel von $20-40^0$ zur Flussaxe, geringes Reisig, Tannäste, Dornen etc. (Streu-

holz) und bindet dasselbe mit zwei bis vier Wippen, welche unter einander und mit dem Flussufer parallel laufen und durch 0,6 bis 1 *m* lange Pfähle (Spickpfähle) am Boden festgenagelt werden. Diese Unterlage wird so mit Flussgeschieben überschüttet, dass nicht nur das Streumaterial, sondern auch die Wippen eingedeckt erscheinen. Sodann folgt eine zweite Lage loses Faschinenmaterial, in gleicher Weise eingelegt wie die erste, über das abermals Wippen gezogen und Kies oder Erde geschüttet wird. So wird fortgefahren bis zur Höhe des mittlern Wasserstandes, wobei man die noch oben folgenden Lagen jeweilen um ca. 30 *cm* zurücksetzt, um eine angemessene Böschung herzustellen. Die einzelnen Schichten erhalten eine Mächtigkeit von ca. 30 *cm*, die oberste ist an der Oberfläche sorgfältig, wenn nöthig mit einem Steinpflaster, auszugleichen, damit sie vom überfliessenden Hochwasser nicht angegriffen werden kann.

Zu den Schichten, welche sich über den Niederwasserstand erheben, ist behufs Ermöglichung der Begrünung viel ausschlagsfähiges Material zu verwenden. — Bis derartige Uferversicherungen fest angewachsen sind, können sie, wenn sich die Flusssohle vor und unter denselben vertieft, etwas nachsinken. Festgewachsen sind sie sehr widerstandsfähig. (Fig. 9 und 11.) Stellt sich auf diesen Bauten zu wenig Ausschlag ein, so sind sie mit Weidenstecklingen zu bepflanzen.

c) Bauten aus Stammholz.

Wasserbauten, welche ausschiesslich aus Stammholz bestehen, führt man gegenwärtig selten aus, sie sind theuer und — so weit sie nicht beständig vom Wasser benetzt werden — von geringer Dauer. Wenn man solche macht, so erstellt man sie in der Form von senkrechten Wänden; als solche können sie sowohl zur Sicherung der Ufer als zum Schutz der Bachsohle dienen. (Fig. 6 und 26 *a* und *b*.)

Bei ihrer Herstellung ist dafür zu sorgen, dass die Grundschwelle tief gelegt und gut befestigt werde, dass die aufrecht stehenden Pfosten oder Pfähle nicht zu weit auseinander gerückt und bei bedeutender Höhe so unter einander verbunden werden, dass sie dem auf die Wände wirkenden Druck und Stoss den nöthigen Widerstand entgegenzusetzen vermögen. Will man die Pfosten mit Nuthen versehen, so sind sie auf zwei einander gegenüberstehenden Seiten sorgfältig zu behauen; an den Enden der Querhölzer sind Zapfen anzuschneiden, ein Beschlagen ihrer Langseiten ist nicht absolut nöthig, jedenfalls wird dasselbe nur auf zwei Seiten — den Berührungsflächen — ausgeführt. Der obere Abschluss muss solid und von gutem Holz gemacht werden, damit er die Wand

fest zusammenhält und vom überfallenden Wasser und Geschiebe nicht zu rasch abgenutzt wird.

In schmalen Bächen können Querbauten aus Stammholz auch ohne Pfosten erstellt werden, man muss dann aber die Balken tief in die Ufer einlassen, sorgfältig befestigen und mit vorgeschlagenen Pfählen sichern. Derartige einfache Holzwände bilden an kleinen Bächen die Regel.

Dass auch vor hölzernen Sperren Sturzbette erstellt werden müssen, wenn eine Auskolkung der Bachsohle zu befürchten ist, braucht nicht besonders betont zu werden. Man kann dieselben ausschliesslich aus Stammholz zusammensetzen oder nur einen Rahmen, beziehungsweise ein Fachwerk aus solchem konstruiren und die Zwischenfelder mit einem Steinpflaster ausfüllen oder einen einfachen Steinwurf anbringen. (Fig. 21, 22 und 26.)

Bei den Blockwänden ist eine sorgfältige Hinterfüllung mit Geschieben besonders zu empfehlen, weil sie gegen Stoss und Druck nicht so widerstandsfähig sind, wie massiger ausgeführte Bauten. (Fig. 26.)

d) Bauten aus Stammholz und Faschinen.

Bei derartigen Bauten wird das Stammholz als Rahmen und das Reisig als Füllmaterial verwendet. Zunächst ist ein Rost von Stammholz zu legen, unter den man, wenn der Baugrund nicht gleichmässig ist, ein Lager von Reisig — Streuholz — einbringen sollte. Auf diesen Rost werden runde Hölzer der Länge und Breite nach wechselweise so gelegt und gut mit einander verbunden, dass sie Fächer bilden, die mit Faschinen auszufüllen sind und zwar jeweilen, bevor man einen neuen Stammholzrahmen einlegt — Kastenwerke. — Eine Beschwerung des ungebunden verwendeten Faschinenmaterials mit Geschieben ist zu empfehlen. Die oberste Schicht muss mit besonderer Sorgfalt konstruirt und ausgeglichen, am zweckmässigsten mit Steinen ausgepflastert werden, damit das Wasser möglichst wenig Angriffspunkte findet. (Fig. 25 *a*, *b* und *c*.)

Kastenwerke werden in der Regel mit senkrechter Front erstellt und oben und unten gleich dick gemacht, man kann ihnen aber da, wo keine groben Geschiebe über dieselben fallen, auch einen treppenförmigen Anzug geben, indem man jeden nach oben folgenden Rahmen um 20—30 *cm* hinter den unteren zurückzieht. — Sturzbett und Flügel sind unentbehrlich, wenn Auskolkungen oder Uferbeschädigungen zu befürchten sind.

Bei Sohlenversicherungen, die trotz starkem Gefäll und losem Grund mit einfachen, stärkeren oder schwächeren Grundschwellen ausgeführt werden müssen, wirkt es sehr wohlthätig, wenn man die Sohlenstrecken zwischen denselben mit quer oder der Länge nach eingelegtem Faschinen-

material deckt und letzteres, wenn es der Länge nach eingelegt wird, mit leichten, aber gut in die Ufer eingreifenden Querschwellen bindet. Erfolgt das Einlegen in die Quere, so sind die Ruthen um 0,30—0,50 *m* länger zu schneiden als der Breite der Bachsohle entspricht, damit sie in die Ufer eingelassen werden können. Sichert man daneben noch den Fuss der Ufer mit der Länge nach eingelegten Faschinen oder starken Wippen, so wird der Erosion wirksam vorgebeugt. (Fig. 19, 22, 23 und 24.)

Steinbauten.

Die Steinbauten bestehen aus Steinwürfen, Steinpflastern, Trockenmauern, Mörtelmauern oder Beton.

a) Steinwürfe.

Steinwürfe nennt man die durch blosses Anschütten — also ohne Verband — erstellten Steinvorlagen längs der Ufer und am Fusse der Schwellen, Sperren und Sporen, sowie die in gleicher Weise ausgeführten Ausfüllungen von Kolken und tiefen Bachbetten. Wenn die Steine so gross sind, dass sie der Schiebkraft des Wassers zu widerstehen vermögen, so leisten die Steinwürfe theils für sich allein, theils als Schutzmittel für andere Bauten sehr gute Dienste, umsomehr als sie bei fortschreitender Vertiefung der Bachsohle nachsinken und leicht ergänzt werden können. Wenn beim Anschütten Steine in's Bachbett rollen, so müssen sie aus demselben an's Ufer gewälzt werden. Sind die Steine klein, so sind sie so zu schichten, dass sie flache Böschungen bilden und gut aneinander anschliessen. Nach jedem Hochwasser müssen die Steinwürfe sorgfältig ausgebessert werden. (Fig. 5, 25, 26 und 29.)

b) Steinpflaster.

Die Steinpflaster bestehen aus grösseren oder kleineren Steinen, die so auf ihre schmale Kante gestellt werden, dass sie sich ohne erhebliche Zwischenräume aneinander anschliessen und einen festen Verband bilden. Die Grösse der Steine richtet sich nach dem Widerstand, den das Pflaster zu leisten hat; grosse sind kleinen immer vorzuziehen. Die Oberfläche des Pflasters muss um so gleichmässiger und glatter sein, je mehr der Abfluss des Wassers und der Geschiebe zu begünstigen ist und je mehr Gefahren vorstehenden Köpfen durch den Stoss des Gerölls drohen. — Mit besonderer Sorgfalt sind die Sturzbette und die Schalen zu pflastern. (Fig. 1, 2, 16, 17, 22—24, 27, 28 und 30.)

Nicht selten verwendet man bei der Pflasterung der Sohlen und Ufer der Bäche Stammholzschwellen, um den Steinen einen besseren Halt zu geben. Bei der Verwendung kleiner Steine und an den Enden der Pflaster ist das nicht immer zu vermeiden, wo man aber die Verwendung von Holz umgehen kann, sollte man es um so eher thun, je grösser die Gefahr baldiger Zerstörung desselben und die daherige Gefährdung des Pflasters ist. Das Einsetzen einer Reihe tief in den Boden eingreifender Steine (Fig. 30), einer steinernen Schwelle oder einer Betonrippe ist dem Einlegen von Holzschwellen vorzuziehen, namentlich da, wo sich das Pflaster von solchen Schwellen aus auf- und abwärts fortsetzt und die Holzschwellen nicht beständig unter Wasser bleiben.

Wo man die Uferböschungen durch ein Steinpflaster schützen will, ohne die Pflasterung auch auf die Sohle auszudehnen (Fig. 4), muss dasselbe auf eine ausreichend tief gelegte Langschwelle aufgesetzt werden. Flache Böschungen sind steilen immer vorzuziehen. Wenn man Uferpflasterungen mit kleinen Steinen ausführen muss, leisten Holzrahmen gute Dienste.

c) Trockenmauern.

Bei Trockenmauern an Bächen ist eine gute Fundamentirung und ein solider Verband der Steine untereinander von besonderer Wichtigkeit.

Soweit es möglich ist, sind die Mauern auf den festen, felsigen Untergrund zu setzen, wo das nicht angeht, muss ein Rost gelegt werden. Unter allen Umständen sind die Fundamente so tief zu legen, dass die Gefahr der Unterspülung und des Eindringens des Frostes unter dieselben beseitigt wird.

Da bei Trockenmauern kein Bindemittel angewendet wird, so ist ein guter Verband der Steine untereinander absolut nothwendig. Die Zwischenräume zwischen den grossen Steinen sind beim Versetzen derselben sorgfältig mit kleinen auszufüllen, ein blosses Verschiefern von Aussen nützt nicht viel. Wird den Mauern an der Stirnseite Anzug gegeben, so sind die Lager der einzelnen Steinschichten rechtwinklig zur Stirnseite auszugleichen. Bei den Sperren muss man aber gleichwohl auf die Herstellung einer in der Richtung der Mauerdicke horizontalen Kronenoberfläche Bedacht nehmen, weil das über dieselbe gehende Geschiebe einen nachtheiligen Stoss auf die vorn überhöhten Steine ausüben würde (Fig. 29). Für die oberste Lage ist das beste Material zu verwenden.

862469

Mauern, welche zum Schutz der Ufer ausgeführt werden, gibt man, wenn der Raum hiezu vorhanden ist, gerne einen Anzug von 1/10—1/4 (10—25 %). (Fig. 3.) Muss ihre Stirnseite senkrecht gestellt werden, so sind sie stärker zu machen. Ueber den Anzug der Sperren wurde schon im vorigen Kapitel das Nöthige gesagt, es bleibt hier nur noch einmal hervorzuheben, dass der hie und da übliche staffelförmige Bau derselben (Fig. 30) da zu vermeiden ist, wo noch schwere Geschiebe über dieselben fallen. Schwere Steine stürzen auf die Staffeln und lockern das Gefüge der Sperren. Wo nur Wasser über dieselben fliesst, mässigen die Staffeln den Stoss des Wassers auf das Sturzbett, ohne dadurch Schaden zu leiden.

Dass man bei allen gewölbartig oder bogenförmig auszuführenden Bauten (Fig. 29 und 30) den breiteren Theil der Steine gegen die konvexe Seite der Mauer zu kehren habe, versteht sich von selbst. Die Zurichtung der Steine in dem Mass, dass sie ein gutes Lager haben, sich befriedigend an die nebenliegenden anschliessen und mit ihrem Haupt der Front der Mauer entsprechen, ist bei Trockenmauern nothwendiger als bei Mörtelmauern, weil sie ohne Bindemittel widerstandsfähig sein müssen. Für die Stirnseite sind möglichst grosse Steine zu verwenden und es ist bei Aufführung derselben dafür zu sorgen, dass in jeder Schicht mehrere tief in die Hintermauer eingreifen. — Wenn auf die oberste Schicht ein starker Stoss zu erwarten ist, so kann es nöthig werden, deren Steine mit eisernen Klammern zu verbinden, oder sie in Mörtel oder Cement zu legen. Die sofortige Hinterfüllung der Sperren und Ufermauern mit Schutt zur Verminderung von Stoss und Druck ist sehr zu empfehlen.

d) Mörtelmauern.

Während man bei uns die Sperren und Ufermauern ganz allgemein aus Trockenmauerwerk erstellt, verlangen die Franzosen zum gleichen Zwecke Mörtelmauern oder doch aus Mörtel- und Trockenmauern gemischte Bauten. Im letzteren Falle soll die Stirnseite, der Wasserdurchlass und die Krone in Mörtel gelegt werden, während die Hintermauerung trocken auszuführen wäre. Demontzey ist der Ansicht, dass Mörtelmauerwerk widerstandsfähiger und nicht erheblich theurer sei als Trockenmauern.

Wenn Mörtelmauerwerk angewendet wird, so müssen die Sperren *Durchlässe* erhalten. Man legt dieslben in das Niveau der alten Bachsohle und sorgt für möglichst langes Offenbleiben, indem man das Eindringen grober Geschiebe durch einige auf der Bergseite vor die Oeffnung

gestellte Pfähle zu verhindern sucht. Bei Trockenmauern sind Durchlässe unnöthig, weil das sich bis zur vollständigen Hinterfüllung ob den Sperren ansammelnde Wasser seinen Abfluss durch die Fugen des Mauerwerks findet.

Auch bei der Konstruktion der Mörtelmauern ist ein guter Verband des Baumaterials anzustreben und dafür zu sorgen, dass die Bauten möglichst widerstandsfähig werden und bleiben. Wie schon bei den Trockenmauern erwähnt wurde, kann eine Verbindung von Trocken- und Mörtelmauerung in dem Sinne wünschbar erscheinen, dass man an den Stellen, wo die Mauern besondern Gefahren ausgesetzt sind, wie z. B. an der Krone, Mörtel verwendet, während im Uebrigen Trockenmauerwerk genügt.

e) Beton.

Beton, aus rein gewaschenem Kies und Cement bestehend, gibt bei Verwendung von gutem Material und sorgfältiger Ausführung recht widerstandsfähige Sperren und Uferversicherungen, ist aber theuer und kann daher nur ausnahmsweise angewendet werden. Wo Bausteine fehlen und die Herbeischaffung von Holz (Stamm- oder Faschinenholz) grosse Schwierigkeiten bietet, Kies und Sand dagegen in guter Qualität an Ort und Stelle sind, kann sich die Anwendung von Beton rechtfertigen, weil der Transport des Cements mit keinen allzugrossen Schwierigkeiten verbunden ist.

Für die Ausführung von Betonbauten gelten dieselben allgemeinen Regeln, wie für die Erstellung von Sperren und Ufermauern aus Steinen. Die Arbeiten müssen mit Fleiss und unter sorgfältiger Berücksichtigung der Eigenschaften des zur Verwendung gelangenden Materials ausgeführt werden. Wenn die Temperatur auf 0 sinkt, müssen die Betonarbeiten eingestellt werden.

Bauten aus Stein und Holz.

Bei den Bauten aus Stein und Holz wird letzteres als Rahmen und Verbandmaterial benutzt, während die Steine zur Ausfüllung der Zwischenräume zwischen dem Holzgerüste dienen. Gemischte Bauten werden vorzugsweise da ausgeführt, wo grosse Steine fehlen, Holz und kleinere Steine dagegen in unmittelbarer Nähe zu finden sind.

Die einfachsten Bauten dieser Art bestehen aus runden oder schwach behauenen Schwellen von schwächerem oder stärkerem Stammholz (10—30 *cm* Durchmesser), die rechtwinklig zur Längsachse des Bachs auf die Bachsohle gelegt, mit Pfählen und durch Einlassen in die Ufer

gut befestigt und auf der obern und untern Seite mit Steinen eingefasst werden. Ist das Gefäll grösser, so können auch zwei oder drei solcher Schwellen aufeinander gelegt werden. In diesem Falle sind dieselben auf den Seiten, an welchen sie sich berühren, leicht zu beschlagen. Da sich im losen Grund am Fusse höherer Schwellen ein Kolk bildet, so ist es zweckmässig, 1—2 *m* unterhalb derselben eine zweite niedrigere einzulegen und den Zwischenraum zwischen beiden mit Steinen zu pflastern oder mit Faschinenmaterial auszulegen (Fig. 16 und 17).

Wo zwischen solchen Schwellen Uferbeschädigungen drohen, kann man denselben vorbeugen, wenn man am Fusse der Ufer eine Faschine oder Wippe einlegt, einen Flechtzaun erstellt oder einen Steinwurf anbringt.

Alle Schwellen sind so tief zu legen, dass das Wasser nicht unter denselben wegfliesst und seitwärts soweit in die Ufer einzulassen, dass sie an denselben den nöthigen Halt finden und vom Wasser nicht umgangen werden können. Durch ein paar auf der untern Seite eingeschlagene Pfähle wird ihre Widerstandsfähigkeit erhöht. (Fig. 15—17.)

Genügen blosse Schwellen nicht, weil sie das Gefäll zu wenig brechen, so können aus starken Latten oder schwachem Stammholz und Steinen kleine Sperren erstellt werden. Man stellt im Bachbett eine horizontale Fläche her, deren eine Seite der Breite des Bachbettes entspricht, während die andere 1—1,5 *m* bachaufwärts reicht, legt an deren unterem und oberem Ende je eine Querschwelle und auf diese in Entfernungen von 0,5—1 *m* rechtwinklig 1—1,5 *m* lange Längshölzer, welche mit ersteren gut zu verbinden sind und einen Rost bilden, der sorgfältig mit Steinen auszufüllen ist. Auf die so erstellte erste Etage kommt eine zweite, dritte etc., bis die Sperre die gewünschte Höhe erreicht hat. In der obersten Schicht ist die Steinfüllung als gutes Pflaster zu konstruiren, damit das über dieselbe fliessende Wasser keine Lücken veranlassen kann. (Fig. 22—24.)

Mit Leichtigkeit können vor solchen Sperren ähnlich konstruirte Sturzbette angebracht werden. Ob man die ersteren mit senkrechter Front erstellen oder ihnen Anzug geben soll, hängt von früher besprochenen Verhältnissen ab. (Fig. 22—24.)

In der Konstruktion der aus Holz und Steinen zusammengesetzten Sperren können die mannigfaltigsten Modifikationen eintreten; die Hauptaufgabe besteht immer darin, dieselben, ohne zu grossen Kostenaufwand, möglichst widerstandsfähig herzustellen.

In ähnlicher Weise kann man auch höhere, überhaupt grössere Sperren — sogenannte Kastenwerke — ausführen, muss dann aber zu

denselben stärkeres Holz und wenn möglich auch grössere Steine verwenden und die Verbindungen um so sorgfältiger herstellen, je grösserem Druck die Bauten Widerstand leisten müssen.

Erscheint es nöthig, die Bachufer noch über die Krone der Sperre hinaus gegen Angriffe zu schützen, so müssen Flügel aufgesetzt werden. Dieselben sind den Terrainverhältnissen anzupassen und in ausreichender Weise in die Böschungen einzulassen. Die Flügel können ähnlich konstruirt werden, wie die Sperren, man kann sie aber auch aus Flechtwerk, Faschinen oder Steinen aufführen. (Fig. 25 und 30.)

Wo zwischen zwei grösseren Sperren noch Erosion zu befürchten ist und das Einschieben kleiner vermieden werden soll, kann man in die Bachsohle Querschwellen legen und den Raum zwischen denselben pflastern oder Flechtzäune oder Faschinen quer durch dieselbe ziehen und sie mit Steinen gut befestigen. In diesem Falle wird es in der Regel nothwendig sein, auch die Ufer zu schützen, entweder durch ein Steinpflaster, dem man, wenn die Ufer steil sind, durch das Einlegen von Holzrahmen einen festeren Halt geben muss oder mit Flechtzäunen oder Faschinen, die sich begrünen.

Dass auch Flechtzäune und Faschinenbauten durch die Vorlage und Hinterfüllung mit Steinen, letztere auch durch das Einbinden von Schutt und Steinen verstärkt und widerstandsfähiger gemacht werden können, wurde schon erwähnt. Derartige Bauten sind ebenfalls zu den aus Stein und Holz gemischten zu zählen. (Fig. 18—21.)

Eine besondere Beachtung unter den mit gemischtem Material ausgeführten Bauten verdienen die *Sporen* oder Traversen. Auch wenn man dieselben ganz aus Steinen erstellt, ist es zweckmässig, ihnen eine Unterlage von Reisig zu geben, weil dadurch die Gefahr der Unterspülung vermindert, bei eintretenden Veränderungen an der Sohle eine gleichmässigere Senkung ermöglicht und in Folge dessen die gänzliche Zerstörung unwahrscheinlicher wird. Wo Reisig fehlt, können auch Roste von Stammholz oder Latten eingelegt werden, sie sind aber am Kopf unter die wahrscheinliche zukünftige Bachsohle zu legen und gut mit Pfählen zu versichern. Tiefes Fundamentiren ist bei den Sporen ebenso nothwendig als bei den Sperren.

Die — abgesehen von der Unterlage — ganz aus Steinen erstellten Sporen sind an den Seiten und an der Oberfläche, namentlich aber am Kopf, sorgfältig auszugleichen, damit das Wasser möglichst wenig Angriffspunkte findet. (Fig. 10.)

Wo grosse Steine fehlen, kann man, wie schon erwähnt, die Sporen von Flechtwerk und Steinen so erstellen, dass die äussere Hülle aus

ersterem und der Körper aus letzteren oder auch nur aus Flussgeschieben besteht. (Fig. 12.)

Die Verwendung von ausschlagsfähigem Flechtmaterial, tiefes Einrammen der Pfähle, eine gute Verbindung der beidseitigen Flechtzäune und sorgfältige Pflästerung der Krone ist absolut nöthig, ganz besonders dann, wenn die Sporenköpfe nicht durch Längswuhre miteinander verbunden werden.

Statt Flechtwerk kann bei Erstellung von Sporen auch der Faschinenbau angewendet werden und zwar in der Form des auf Seite 60 u. f. beschriebenen Wippenbaus. (Fig. 11.) Solche Sporen schlagen kräftiger aus als die aus Flechtwerk und Steinen bestehenden.

Erdbauten.

Bei den Bachkorrektionen bestehen die Erdarbeiten in der Aushebung der Fundamente für Schwellen, Sperren, Schalen, Uferversicherungen und Sporen, in der Abgrabung konvexer Ufer, in der Ausgrabung von Durchstichen und verbesserten Einmündungen in grössere Bäche und Flüsse, in der Abschrägung und Ausgleichung der Ufer, in der Herstellung von Hochwasserdämmen, in Arbeiten zur Begünstigung der Vertiefung der Flussbette und in der Hinterfüllung von Sperren und Uferversicherungen etc.

Alle diese Arbeiten sind in gleicher Weise auszuführen, wie bei den Strassenbauten, sie werden jedoch durch das Wasser mehr oder weniger erschwert und müssen möglichst sorgfältig gemacht und gegen die Angriffe des Wassers geschützt werden. Tritt während der Bauten Hochwasser ein, so sind dieselben in hohem Masse gefährdet, man muss daher schon während der Arbeit jeweilen die nöthigen Vorkehrungen gegen Schädigungen treffen. Sehr oft kann man, wie früher gezeigt wurde, die Schiebkraft des Wassers zur Erleichterung der Erdarbeiten benutzen, beziehungsweise derselben einen Theil der Arbeit ganz überlassen.

Bei der Ausführung der Erdarbeiten ist wohl zu beachten, dass:

1. alle Böschungen so flach als möglich gemacht werden müssen und eine rasche Begrünung derselben, soweit sie sich über dem Niederwasserstand befinden, höchst wünschenswerth ist;
2. die Sicherung des Fusses aller dem Bache zugekehrten Böschungen mit einem Steinwurf, einem Pflaster, einer begrünungsfähigen Wippe oder Faschine oder einem anwachsenden Flechtzaune dringend empfohlen werden muss;

3. alle bei den Erdarbeiten von der schützenden Decke entblössten und namentlich alle gelockerten und aufgeschütteten Bodenpartien, soweit ein Angreifen derselben durch das Wasser wahrscheinlich ist, mit niedrigen Flechtzäunen oder Wippeneinlagen — hergestellt aus ausschlagsfähigem Faschinenmaterial — durchzogen werden sollten, um sie zu binden und deren Begrünung und Durchwurzelung zu fördern;
4. an stark gefährdeten Stellen auch solidere Bodenbefestigungsmittel anzubringen sind.

13. Projektirung der Bauten.

Wenn es sich um die durchgreifende Korrektion eines Bachs oder eines Theils eines solchen handelt, so muss der Anfertigung des Projektes die Aufnahme eines Grundrisses, eines Längenprofils und einer grössern Zahl von Querprofilen vorangehen.

Im *Grundriss,* den man gerne in einem grossen Massstab (nicht unter 1 : 1000) zeichnet, muss neben dem Bachbett und seinen Ufern auch die nähere Umgebung des Baches dargestellt werden. Ganz sorgfältig sind die einmündenden Seitenbäche, die vorhandenen Kanäle mit ihren Wuhren, Schwellen und Stauvorrichtungen, die Wässerungsfallen, die den Bach kreuzenden oder begleitenden Wege, Durchfahrten, Brücken, Tollen Brunnenleitungen und Tränken zu verzeichnen. Wünschenswerth ist ferner, dass feste Fixpunkte erstellt und eingezeichnet, das Terrain durch Horizontalkurven mit geringem senkrechtem Abstand dargestellt, von möglichst vielen Punkten Höhenquoten eingetragen und die Grenzen zwischen Kulturland, Weiden und Wald angegeben werden. Sollen die Pläne auch zur Feststellung des Perimeters für das beitragspflichtige Land und für die Vertheilung der Beiträge an die Korrektionskosten dienen, so müssen sie sich über das ganze in Mitleidenschaft zu ziehende Gebiet erstrecken und als *Katasterpläne* behandelt werden. — Zur übersichtlichen Darstellung grösserer Bachgebiete eignen sich Ausschnitte aus der topographischen Karte im Massstab von 1 zu 25,000 oder 50,000.

Das *Längenprofil* ist sorgfältig aufzunehmen. Aus demselben muss nicht nur das streckenweise Durchschnittsgefäll, sondern auch jede, durch feste Felsbänke, Kolke, Anhäufung schwerer Geschiebe etc. bedingte Abweichung von demselben ersichtlich sein.

Querprofile sind da aufzunehmen, wo wesentliche Aenderungen im Querschnitt oder Gefäll vorkommen oder aller Wahrscheinlichkeit nach

Bauten ausgeführt werden müssen. Die Aufnahmestellen sind auf der Lokalität und im Grundriss so zu bezeichnen, dass sie leicht aufgefunden werden können. Nach der vorläufigen Projektirung der Bauten sind in der Regel an allen Baustellen, für die noch keine Querprofile vorhanden sind, nachträglich solche aufzunehmen. Sie müssen eine genaue Berechnung der Auf- und Abträge möglich machen.

Die Pläne und Profile bilden die Grundlage der *Bauprojekte,* für sich allein genügen sie jedoch zu deren Ausarbeitung nicht. Wenn der Zweck sicher und mit möglichst geringen Mitteln erreicht werden soll, müssen auch die geognostischen und meteorologischen Verhältnisse sorgfältig geprüft und berücksichtigt werden.

Bei der Projektirung der vorzunehmenden Arbeiten sind zuerst diejenigen in's Auge zu fassen, welche sich auf *Aenderungen im Laufe* (Richtung) *der Bäche* beziehen. Sie bestehen im Abschneiden oder Durchstechen scharfer Krümmungen, in der Ablenkung des Wassers von dem aus losem Material bestehenden Ufer auf das andere felsige oder überhaupt widerstandsfähigere, in der Beseitigung unregelmässiger Wasserläufe auf breiter Bachsohle durch Einschränkung des Wassers in ein normales Bachbett, in der Regulirung des Wasserabflusses auf dem Schuttkegel und in der Erstellung zweckmässiger Mündungen in die Hauptbäche.

Je nach den zur Verfügung stehenden Mitteln wird man in dieser Beziehung gründlicher oder weniger gründlich vorgehen, unter allen Umständen aber dafür sorgen, dass die bestehenden grössten Uebelstände, wie: ungenügendes Gefäll, starke Unterspülung des einen oder andern oder beider Ufer, scharfe Krümmungen des Bachlaufes, Querläufe auf dem breiten Bachbett, Austreten des Wassers auf den Schuttkegeln oder im Thal, Füllung der Einmündungsstellen mit Geschieben etc. möglichst abgeschwächt werden.

Die nothwendig und ausführbar erscheinenden Aenderungen am Bachbett sind in die Pläne einzuzeichnen, die erforderlichen Erdbewegungen nach vorangegangener Aufnahme allfällig weiterer Querprofile und näherer Untersuchung der Bodenverhältnisse zu berechnen und sodann die Verbesserungsprojekte definitiv festzustellen.

In jedem einzelnen Falle ist zu untersuchen, ob und wie weit man die Räumung des neuen Bachbettes dem Wasser überlassen könne oder die Arbeit von Hand ausführen lassen müsse. Die Schiebkraft des Wassers an der betreffenden Stelle und weiter abwärts, die Beschaffenheit des zu entfernenden Materials und die Zulässigkeit oder Unzulässig-

keit der Abschwemmung desselben mit Rücksicht auf die abwärts liegenden Bach- und Flussgebiete sind für die Beantwortung dieser Frage massgebend.

In zweiter Linie sind die Gefällsverhältnisse und die damit in engster Beziehung stehenden Erosionen und Geschiebsablagerungen in's Auge zu fassen, also die *Sohlenversicherungen* zu projektiren. Für diese, in Sperren, Schwellen u. dgl. bestehend, sind vor Allem aus die für deren Errichtung geeigneten Stellen auszuwählen. Das Längenprofil gewährt hiefür die besten Anhaltspunkte, es sind aber auch der Grundplan, die Querprofile und die Gestaltung des Bodens und der Bodenoberfläche zu Rathe zu ziehen.

Da an den Stellen, wo weder Auswaschungen noch Ablagerungen stattfinden, keine Sohlenversicherungen und überhaupt keine Bauten nothwendig sind, so zerfällt jeder Bach gewöhnlich in mehrere Korrektionsgebiete, von denen bei der Projektirung und Ausführung jedes besonders behandelt werden kann.

Der Projektirung der Sperren muss die Ermittlung des zulässigen Maximalgefälls zwischen je zweien derselben vorangehen, wofür, wie im Abschnitt 5 gezeigt wurde, der Schuttkegel und einzelne Verlandungen im Bachgebiet die nöthigen Anhaltspunkte geben. Kennt man dieses, so werden zunächst diejenigen Stellen bezeichnet, welche für die Anlegung von Sperren nach der Beschaffenheit des Baugrundes, der beidseitigen Anlehnungspunkte, der Breite und dem Gefäll der Schlucht und der Herbeischaffung der Baumaterialien, am geeignetsten erscheinen. Hierauf ist die Maximalhöhe der Sperren festzusetzen und sodann zu untersuchen, ob die Höhendifferenz zwischen der Krone einer unteren und dem Fusse der nächst oberen das zulässige Gefällsmaximum übersteige oder nicht. Wird letzteres nicht erreicht, so kann die untere Schwelle niedriger gemacht oder die obere weiter hinauf gerückt werden; wird es überschritten, so muss die obere Sperre weiter abwärts gerückt, oder die untere — wenn thunlich — höher gemacht oder eine dritte zwischen hinein geschoben werden. Ob das Eine oder das Andere geschehen soll, hängt von den örtlichen Verhältnissen ab.

Man kann sich die Lösung dieser Aufgabe erleichtern, wenn man die Zahl der für die zu verbauende Strecke erforderlichen Sperren zum Voraus berechnet. Dieselbe ist gleich der Höhendifferenz zwischen dem höchsten und tiefsten Punkt, weniger dem durch die Verbauung herzustellenden Maximalgefäll, dividirt durch die Maximalhöhe der Sperren. Es sei z. B. die zu verbauende Strecke 500 *m* lang, die Höhendifferenz betrage 100 *m*,

das zulässige Maximalgefäll 10 % und die Sperrenhöhe 4 *m*, so beträgt die Zahl der Sperren $\frac{100 - (500 \times 0{,}10)}{4} = 12$, oder genauer, zwölf 4 *m* und eine 2 *m* hohe.

Neben der Auswahl der Baustellen kommt die Konstruktion der Schwellen und Sperren und ihre Versicherung durch Sturzbette, Flügelmauern, Widerlager etc. in Betracht. Die Wahl derselben ist abhängig vom vorhandenen Material, beziehungsweise dessen Transportfähigkeit, von den Anforderungen, welche man an die Widerstandsfähigkeit der Bauten machen muss, der Beschaffenheit der Baustelle und den zur Verfügung stehenden Mitteln. So weit immer möglich, wird man den dauerhafteren, solideren Bauten vor den diese Eigenschaften weniger besitzenden den Vorzug geben.

Schalen dürfen nur projektirt werden, wo sie unumgänglich nöthig sind. Muss man solche erstellen, dann mache man sie solid, durch die Zerstörung derselben bei Hochwassar wird in der Regel sehr werthvolles Eigenthum gefährdet und ein kostspieliger Neubau oder eine durchgreifende Reparatur nothwendig. (Fig. 1 und 2.)

Für die *Sicherstellung der Ufer* kann in mannigfaltiger Weise gesorgt werden, es bleibt daher dem die Projekte entwerfenden Techniker scheinbar ein grosser Spielraum. In den meisten Fällen wird jedoch seine Freiheit auch in dieser Richtung ziemlich eng begrenzt sein, weil er sich nach dem verfügbaren Material, der Beschaffenheit der Ufer, der Konstruktion allfällig vorhandener Sperren und bereits bestehender Längswuhre, den disponibeln Mitteln u. a. m. zu richten hat. Die Uferversicherungen sind um so solider auszuführen, je aufrechter sie gestellt werden müssen. (Fig. 3—14.)

Von grosser Wichtigkeit ist die *Feststellung der Querprofile.* Sie sind, wie früher gezeigt wurde, vom höchsten Wasserstand und der Geschiebsführung, dem Gefäll der Bäche und dem Verhältniss der Breite ihrer Bette zur Tiefe abhängig, können also nicht an allen Stellen eines und desselben Baches gleich gross sein. In den oberen Theilen klein, muss sich das Querprofil abwärts um so mehr erweitern, je mehr Seitenbäche einmünden; es darf kleiner sein, wo der Bach ein starkes Gefäll hat und das Bett eng, aber tief ist, als da, wo das Gefäll gering, die Sohle breit und die Ufer flach sind.

Bei der *Projektirung von Furthen und Tränken* ist dafür zu sorgen, dass die durch sie unterbrochenen Längswuhre vom Wasser nicht umgangen und hinterspült werden können und dass sie das Austreten des Wassers nicht begünstigen.

Für die Entwerfung der Projekte *für Stege und Brücken* gelten die allgemeinen Regeln. Das Anbringen von Pfeilern im Bach ist zu vermeiden, die Widerlager sind gut zu versichern und die lichte Weite zwischen denselben so zu bemessen, dass Wasser und Geschiebe beim höchsten Stand durchfliessen können, ohne die Ufer oder Dämme zu überfluthen oder die Bauten zu beschädigen.

Alle Projekte sind sorgfältig auszuarbeiten, besonders dann, wenn auf Grundlage derselben Beiträge vom Bund, Kanton oder Gemeinden nachgesucht werden sollen.

14. Anfertigung der Voranschläge.

Nach der Ausarbeitung der Projekte können die Voranschläge gemacht werden. Dabei kommen in Betracht:

1. Allfällige Landerwerbungen zur Durchführung der Korrektion, sowie die vorübergehende Inanspruchnahme von Land für Zufahrten, Ablagerungsplätze, Arbeiterhütten etc.
2. Die Anschaffung, beziehungsweise Gewinnung des Baumaterials.
3. Die eigentlichen Korrektionsarbeiten.
4. Die zu erstellenden Strassen, Wege, Brücken, Stege und Arbeiterhütten, die nöthigen Entwässerungen und die Bindung des Bodens an rutschigen Hängen, allfällige Aenderungen an Wasserwerkskanälen etc.
5. Die Aufforstungsarbeiten.
6. Die Ausarbeitung der Projekte und die Bauaufsicht.
7. Die Anschaffung von Transportmitteln und Werkzeugen.
8. Unvorhergesehenes.

Der Flächeninhalt *des zu erwerbenden Landes* wird auf dem Situationsplan — beziehungsweise Katasterplan — berechnet und der Werth per Flächeneinheit aus den ortsüblichen Verkaufspreisen für Land gleicher Qualität abgeleitet. Bei der Veranschlagung der zu leistenden Entschädigung darf nicht übersehen werden, dass bei Expropriationen voller Ersatz aller Vermögensnachtheile geleistet werden muss, also auch allfällige indirekte Schädigungen, wie erschwerte Bewerbung und Verunstaltung des verbleibenden Landes in Anschlag zu bringen sind.

Bei der Berechnung der Entschädigung für Land, das nur während der Bauzeit in Anspruch genommen wird, ist nicht blos ein angemessener Pachtzins als Ersatz für die dem Eigenthümer entgehende Nutzung, sondern auch der Aufwand in Anschlag zu bringen, den der Eigenthümer machen muss, um das Land wieder in den ehevorigen Zustand zu bringen.

Wenn in Folge der Korrektion bisheriges Bachgebiet entbehrlich wird und verkäuflich erscheint, so darf der Verkaufswerth desselben vom Voranschlag für die Landerwerbungen in Abzug gebracht werden. Bei der Schätzung des Verkaufswerthes darf man jedoch nicht übersehen, dass solcher Boden ohne Aufwendung von Verbesserungsarbeiten längere Zeit unproduktiv bleibt und nur von den Anstössern gekauft werden kann.

Wo die *Baumaterialien* von Aussen zugeführt werden müssen, ist nicht nur der Werth derselben an der Erzeugungsstelle, sondern auch der Fuhrlohn in Anschlag zu bringen. Letzterer kann, wenn die Baustelle schwer zugänglich oder das Material aus grosser Entfernung bezogen werden muss, die Kosten in einer Weise steigern, dass Modifikationen in den Bauprojekten nothwendig werden.

Wo das schwerste und in grösster Menge erforderliche Baumaterial — die Steine — im Bache selbst oder in dessen unmittelbarer Nähe zu finden ist, kommen nur die Gewinnungskosten in Betracht, die jedoch, je nach der Beschaffenheit und Lagerung des Materials, sehr verschieden sein können. Oft kann auch das nöthige Stamm-, Pfahl- und Faschinenholz in der Nähe der Baustellen gewonnen werden, in welchem Falle nur der Werth desselben auf dem Stock, nebst den Fällungs- und Zurichtungskosten in Betracht kommt.

Für die Veranschlagung der *Baukosten* im engeren Sinne des Wortes — der Arbeitslöhne — kommt einerseits das Ausmass und die Konstruktion der Bauten und anderseits die Höhe der Arbeitslöhne in Betracht. Für die beiden ersten Faktoren bietet das Projekt und für den letzteren der ortsübliche Taglohn die Grundlage. Die Zahl der für die Ausführung der Bauten erforderlichen Arbeitstage ist nicht nur vom Umfang der Bauten und ihrer Konstruktion, sondern auch von der Beschaffenheit des Baumaterials abhängig. Je weniger letzteres den Anforderungen entspricht, oder je grössere Schwierigkeiten dessen Zurichtung und Zusammenfügung bietet, desto grösser wird der Zeitaufwand. Bei Bemessung des Taglohnes darf nicht übersehen werden, dass die Korrektionsarbeiten an den Bächen grosse Kraftanstrengung erfordern, viel Kleider, namentlich Schuhe, ruiniren und die Arbeiter zu einem kostspieligen Unterhalt nöthigen, weil sie in der Regel nicht am Familientisch essen können.

Selten werden eingreifendere Bachkorrektionen so durchgeführt werden können, dass nicht Störungen in den bisherigen *Verkehrsverhältnissen* eintreten; gewöhnlich müssen Fahr- und Fusswege auf kürzere oder längere Strecken verlegt und Furthen, Brücken und Stege umgebaut werden. Die daherigen Ausgaben gehören zu den Korrektionskosten und sind in den

Voranschlag aufzunehmen. Ihre Veranschlagung bietet keine grossen Schwierigkeiten, ebensowenig die der Erstellung von Arbeiterhütten.

Nicht so leicht ist es zu bemessen, in welchem Umfange Entwässerungs- und Bodenbefestigungsarbeiten, sowie Aenderungen an Gewerbskanälen nothwendig werden und welche Schwierigkeiten sich denselben entgegenstellen, die Veranschlagung der daherigen Kosten wird daher in der Regel etwas unsicher sein.

Die *Aufforstungskosten* setzen sich zusammen aus dem Werth des Kulturmaterials (Samen, Pflanzen, Stecklinge) und den Arbeitslöhnen. Ersterer ist nach den laufenden Preisen, oder wenn man die Pflanzen selbst erzieht, nach den Erzeugungskosten zu berechnen und letztere sind abhängig von den Bodenverhältnissen, der Grösse und Beschaffenheit der Pflanzen und der Höhe des Taglohns. Nie darf man vergessen, dass Nachbesserungen nothwendig werden, die selten weniger als 10 % der ersten Anlage kosten und unter ungünstigen Verhältnissen bis auf 50 % steigen können.

Die *Projektionskosten* sind zur Zeit der Anfertigung des Voranschlages zum grössten Theil bekannt und die *Aufsichtskosten* können — je nachdem man die Arbeiter mehr oder weniger auf die einzelnen Baustellen konzentriren kann, zu 7—10 % der wirklichen Baukosten veranschlagt werden. — Der während der Bauzeit nicht selten nothwendig werdenden Aenderungen an den Projekten, sowie der durch Hochwasser veranlassten Zerstörung definitiver Aussteckungen wegen, stellen sich die Projektionskosten in der Regel verhältnissmässig hoch.

Zur Ausführung der Korrektionsarbeiten sind *Transportmittel* und *Werkzeuge* nothwendig, deren Anschaffung nicht den Arbeitern zugemuthet werden kann, sie müssen entweder von der Unternehmung oder den Unternehmern angeschafft und unterhalten werden. Die daherigen Kosten belaufen sich hoch, wenn zum Erd- und Steintransport Rollbahnen und Rollwagen verwendet werden müssen. Vor der Veranschlagung dieser Kosten sollte man sich Klarheit darüber verschaffen, ob das Transportmaterial entlehnt werden könne oder angekauft werden müsse. Im ersten Falle kommen der Miethzins und die Unterhaltungskosten, im letzten die Anschaffungskosten über Abzug des Werthes des Materials nach beendigtem Gebrauch in Betracht.

Wenn bei irgend welchen Voranschlägen Ansätze für *Unvorhergesehenes* nothwendig erscheinen, so ist das bei denjenigen für Wasserbauten der Fall, weil deren Ausführung mehr von Zufälligkeiten abhängig ist, als die anderer Bauwerke. Je nach der grösseren oder ge-

ringeren Wahrscheinlichkeit von Störungen durch Hochwasser sind hiefür 10—20 % der übrigen Bausumme in Anschlag zu bringen.

Als allgemeine Anhaltspunkte für die Veranschlagung der Kosten für Bachkorrektionen können folgende *Einheitspreise* dienen, die für jene Fälle gelten, in denen das Baumaterial in der Nähe der Baustelle gewonnen werden kann.

Es kosten:

Erdarbeiten ohne Transport ...	Fr.	—. 70	bis Fr.	1. —	pr. Kubikmeter.
Zuschlag für je 50 *m* Transportweite	„	—. 50	„ „	—. 70	„ „
Steinerne Sperren aus Trockenmauerwerk	„	6. —	„ „	10. —	„ „
Für Mörtelmauerwerk ist ein Zuschlag von ... ... nöthig.	„	2. —	„ „	3. —	„ „
Schalen von Steinen (Sohle und Seitenwände)	„	8. —	„ „	14. —	pr. Quadratmeter.
Gepflasterte Sohlenversicherungen und Sturzbette	„	6. —	„ „	10. —	„ „
Gepflasterte Uferböschungen ..	„	3. —	„ „	4. —	„ „
Steinwürfe	„	3. —	„ „	5. —	pr. Kubikmeter.
Kastenwerke mit Stein-, Schutt- oder Holzfüllung	„	5. —	„ „	8. —	„ „
Einfache Balkenwände	„	4. —	„ „	5. —	pr. Quadratmeter.
Sohlenversicherung mit Holzschwellen je nach der Stärke des Holzes incl. Steinvorlage	„	—. 80	„ „	1. 20	pr. lauf. Meter.
Werden mehrere Schwellen auf einander gelegt, so gilt dieser Preis für jede Lage.					
Flechtzäune	„	1. 50	„ „	2. —	pr. Quadratmeter.
Faschinen, Wippen etc., je nach der Stärke	„	—. 50	„ „	1. 50	pr. lauf. Meter.
Faschinenbauten mit Schuttfüllung (Senkwalzen, Wippenbau etc.)	„	4. —	„ „	5. —	pr. Kubikmeter.
Entwässerungen mit Steinen, Faschinen oder Röhren ...	„	—. 50	„ „	1. —	pr. lauf. Meter.

Selbstverständlich gelten die niedrigeren Ansätze für schwächere Bauten, wohlfeiles Material, guten Baugrund und billige Löhne, die höheren

für umgekehrte Verhältnisse. Eine Ausnahme hievon machen dicke Sperrenmauerwerke insofern, als dieselben bei sonst gleichen Verhältnissen per Kubikeinheit etwas weniger kosten als die weniger massigen. Grosse Höhe derselben vertheuert die Arbeit.

15. Ausführung der Bauten.

Die Bauten können in *Regie,* d. h. durch Taglöhner, welche die Unternehmung anstellt, im *Akkord* oder in gemischtem System — Regie und Akkord — ausgeführt werden. Regiearbeiten kosten in der Regel etwas mehr als Akkordarbeiten, bieten aber den Vortheil der Unabhängigkeit von den Unternehmern und dadurch die Möglichkeit, die Arbeit, ohne unangenehme Verhandlungen mit denselben, so ausführen zu lassen, wie es für die bei der Aufstellung der Projekte vielleicht nicht ganz richtig beurtheilten oder seither veränderten örtlichen Verhältnisse passt.

Dieser Vortheil ist bei den so vielen Zufälligkeiten ausgesetzten Wasserbauten so hoch anzuschlagen, dass die Ausführung derselben in Regie empfohlen werden darf. Ohne Bedenken kann indessen bei grösseren Bauten das gemischte System in der Weise zur Anwendung kommen, dass man Arbeiten, für deren Ausführung ganz bestimmte Vorschriften gegeben werden können, verakkordirt, die übrigen dagegen im Taglohn ausführt.

Für gute Ausführung der Bauten bieten sachverständige, erfahrene, gewissenhafte *Aufseher* die beste Garantie. Kann man solche finden, so sind sie anzustellen, auch wenn ihnen für ihre Leistungen ein hoch scheinender Lohn bezahlt werden muss. Mangeln erfahrene Bauführer, dann ist es Sache des die Arbeit leitenden Technikers die Aufseher durch Belehrung, gute Instruktion und sorgfältige Ueberwachung zur Erfüllung ihrer Aufgabe zu befähigen. Im Dienste bewährte Strassenbauaufseher und intelligente, mit ähnlichen Arbeiten vertraute Arbeiter eignen sich hiefür am besten. Dass die Aufseher im Stande sein müssen, die Lohnlisten zu führen, die gemachten Arbeiten zu vermessen und die Akkordlöhne zu berechnen, braucht kaum hervorgehoben zu werden. Unbedingt nöthig ist ferner, dass sie den Arbeitern und Unternehmern gegenüber taktvoll aufzutreten und sich die Achtung und das Vertrauen derselben zu erwerben im Stande seien.

Tüchtige Aufseher von Seiten der Unternehmung sind auch dann nothwendig, wenn die Arbeiten im Akkord ausgeführt werden. Eine Vereinfachung der Aufgabe derselben tritt in diesem Falle nur insofern ein, als sie die Arbeiter nicht selbst anzustellen haben, ihre Aufsicht sich

nicht auf den Fleiss und die Leistungen der einzelnen Arbeiter zu erstrecken braucht und die Führung der Lohnlisten nicht ihnen obliegt. Mit Rücksicht auf die vorschriftsgemässe Ausführung der Arbeiten und die Verrechnung derselben wird — namentlich bei nicht ganz zuverlässigen Unternehmern — die Aufgabe eher erschwert, als erleichtert.

Eine Anleitung zur Ausführung der einzelnen Arbeiten erscheint unnöthig, weil das Erforderliche in den Kapiteln 3—6 angeführt wurde und praktische Handgriffe nicht aus Büchern, sondern durch Uebung erlernt werden. Dagegen folgen noch einige Auseinandersetzungen über Anordnung und Reihenfolge der Arbeiten und eine kurze Wiederholung der wichtigsten Regeln für die Ausführung der Bauten.

Wuhrarbeiten, zu denen Holz verwendet wird, von dem Ausschläge erwartet werden — Flechtzäune und Faschinaden — müssen zur Zeit des Vegetationsstillstandes, also im Spätherbst, Winter und frühen Frühling, mit frisch geschnittenem jungem Weiden- und Pappelholz ausgeführt werden, weil sonst die Ausschläge ausbleiben oder nur spärlich erscheinen. Arbeiten mit anderem Material können während des ganzen Jahres vorgenommen werden. Wo man freie Hand hat und die Arbeiter nicht ununterbrochen beschäftigen muss, wird man zu Wuhrarbeiten gerne die Zeit wählen, in der Hochwasser am seltensten eintreten, also den Winter. In rauhen Gegenden und in von Wohnhäusern weit entfernten Lagen muss die Arbeit während der strengsten Winterzeit eingestellt werden.

Eine rasche Förderung und Vollendung angefangener Arbeiten ist wünschenswerth, weil dieselben während der Bauzeit den grössten Gefahren ausgesetzt sind, gleichwohl darf man auf einen Punkt nie so viele Arbeiter zusammendrängen, dass sie sich in der Arbeit gegenseitig hindern würden. Eine richtige Vertheilung der Arbeiter auf die einzelnen Arbeitsstellen nach Zahl und Leistungsfähigkeit derselben ist sehr geeignet, die Arbeiten zu fördern und eine gute Ausführung zu sichern.

Wenn an einer Baustelle die Arbeiten für kürzere oder längere Zeit eingestellt werden müssen, so sind dieselben so abzuschliessen, dass sie ungünstigen äusseren Einwirkungen einen möglichst grossen Widerstand entgegenzusetzen vermögen. Diese Regel gilt auch dann, wenn hiefür ausserordentliche Ausgaben gemacht werden müssen.

In der Regel sind diejenigen Partieen der Bäche zuerst zu korrigiren und zu verbauen, welche die ungünstigsten Zustände zeigen oder von denen aus unteren Bachstrecken oder der Umgebung die meisten Gefahren drohen. Die Neigung, die Arbeiten auf dem Schuttkegel zu beginnen, wird immer gross sein, sind jedoch die Zustände hier nicht allzu gefähr-

lich für die Umgebung, so thut man besser, zuerst da zu helfen, wo der Bach die meisten Geschiebe aufnimmt.

Wie früher gezeigt wurde, kann jeder Bach, nicht nur seiner Beschaffenheit nach, sondern auch mit Rücksicht auf die gegenseitige Unabhängigkeit der Bauten, in mehrere Sektionen getheilt werden, man kann daher die Korrektionsarbeiten an verschiedenen Stellen gleichzeitig beginnen und fortsetzen. Wie schon erwähnt, ist darauf Bedacht zu nehmen, zuerst die Schuttlieferung zu vermindern, die Bauten also in den mittleren und oberen Theilen — im Erosionsgebiet — zu beginnen, in den einzelnen Sektionen dagegen sollten die Arbeiten von unten nach oben vorrücken.

In jedem Baugebiet ist jeweilen zuerst dafür zu sorgen, dem Wasser ein den lokalen Verhältnissen angemessenes Rinnsal anzuweisen, dann sind diejenigen Bauten auszuführen, welche eine richtige Gestaltung des Längenprofils herbeiführen sollen und endlich die erforderlichen Ufer- und Sohlenversicherungen zu erstellen. Die Entwässerung und die Bindung des losen oder zur Verrutschung geneigten Bodens an den Ufern und den Hängen ob denselben, sollte schon beim Beginn der Korrektionsarbeiten an die Hand genommen werden. Je früher diese ausgeführt werden, desto besser.

Wo die Ausgleichung des Gefälls ganz oder theilweise dem fliessenden Wasser überlassen werden kann, muss die Versicherung der Sohle verschoben werden, bis das Wasser seine Aufgabe zum grössten Theil erfüllt hat. Auch die Uferversicherungen sind an solchen Orten — insofern man sie nicht von Anfang an auf die normale Tiefe setzen kann — so einzurichten, dass sie bei Vertiefung der Sohle nachsinken können (Steinwürfe, Senkwalzen). Erst nach Ausgleichung des Gefälls ist für feststehenden Uferschutz zu sorgen.

Sind Hochwasserdämme anzulegen, so ist selbstverständlich darauf Bedacht zu nehmen, das aus dem Bachbett auszuhebende Material in erster Linie hiefür zu verwenden. So weit dieses Material aus Schutt und Geröll besteht, muss es an der Krone und an den Böschungen mit thoniger, fruchtbarer Erde überschüttet werden und zwar so reichlich, dass die Dämme das Wasser nicht durchlassen und sich leicht begrünen.

Wo das Material zu den Hochwasserdämmen ausserhalb dem Bachbett gewonnen werden muss, kann man die Erstellung derselben verschieben, bis das Rinnsal für den Nieder- und Mittelwasserstand hergestellt ist. Die Bermen zwischen den Bachufern und den Hochwasserdämmen müssen gegen letztere etwas ansteigen und gleichzeitig mit den Dämmen planirt werden. Die Sicherstellung der Bermen und des Fusses

der Hochwasserdämme gegen Angriffe des Wassers muss möglichst sorgfältig durchgeführt werden. Steinpflaster, sowie die Bodenoberfläche nicht überragende Flechtzäune oder Wippen von ausschlagfähigem Holz quer über die Bermen und längs des Fusses der Dämme, leisten hiezu gute Dienste.

Auf eine möglichst rasche Begrünung der Bermen und Dämme mit tiefwurzelnden, einen dichten Rasen bildenden Gräsern und Klee oder mit fleissig abzuschneidenden Weiden ist grosses Gewicht zu legen.

Dass bei allen Korrektionsarbeiten darauf Bedacht genommen werden müsse, die Kommunikation längs der Bäche und quer über dieselben, sowie die Bewerbung der an denselben liegenden Wasserwerke und Grundstücke möglichst wenig zu erschweren, braucht kaum betont zu werden.

Bei der Ausführung der Bauten sind folgende Regeln wohl zu beachten:

1. Verwendung des besten zur Verfügung stehenden Materials, namentlich an den Stellen, wo dasselbe den Einwirkungen der Witterung oder der zerstörenden Kraft des Wassers und der Geschiebe stark ausgesetzt ist.
2. Gute Zurichtung und zweckentsprechende Verwendung des Baumaterials. Die Steine sind in möglichst grossen Stücken zu verwenden und an den Lager- und Stossfugen so zu bearbeiten, dass keine starke Ausschieferung nöthig wird. Bei Holzkonstruktionen sind die Hölzer gut miteinander zu verbinden und zu Faschinen und Flechtzäunen ist möglichst viel frisches, ausschlagsfähiges Holz zu verwenden. Das widerstandsfähigste Material ist dahin zu bringen, wo die Gefahr der Zerstörung am grössten ist.
3. Tiefe und solide Fundamentirung aller Bauten, Unterlegung von Rösten, Faschinen oder Streuholz oder beider zugleich auf Baustellen, die nicht ganz fest und sicher sind.
4. Für Schalen sind — namentlich an der Sohle — nur harte, grosse Steine zu verwenden, auf die schmale Seite zu stellen und an der Oberfläche sorgfältig auszugleichen.
5. Die Böschungspflaster müssen, wenn die Sohle nicht felsig oder gepflastert ist, auf tiefliegende Schwellen gesetzt und gut gefügt werden.
6. Zu Steinvorlagen sind Steine zu verwenden, welche der bewegenden Kraft des Wassers ausreichenden Widerstand entgegen zu setzen vermögen, fehlen solche, so ist das leichtere Material bei flacher Böschung pflasterähnlich zusammenzufügen.

7. Ufermauern gebe man einen möglichst starken Anzug.
8. Die Böschungen über den Uferversicherungen mache man flach und begrüne sie mit stark wurzelnden Laubhölzern oder bei geringer Gefahr mit Gräsern oder Klee.
9. Die Sperren baue man nicht höher als absolut nöthig und gebe ihnen da, wo noch schwere Geschiebe über dieselben geführt werden, keinen oder nur einen schwachen Anzug. Für die Gewölbform wähle man nie einen Radius, dessen Bogen mit den Ufern tangirt und der Krone gebe man auf die Breite des mittlern Wasserstandes lieber eine horizontale als eine stark schalenförmige Oberfläche. Auf beiden Seiten des Ueberfalls für Nieder- und Mittelwasser setze man, wenn die Ufer nicht felsig sind, Flügel auf, welche das Hochwasser vom Ufer fern halten und eine Umgehung der Sperre hindern.
10. Alle Sperren baue man so tief in die beidseitigen Ufer hinein, dass sie an denselben den nöthigen Halt finden. Wo dieser nicht genügt, stütze man dieselben mit Widerlagern.
11. Eine solide Konstruktion der Sperren ist grosser Dicke derselben vorzuziehen. Der breite Theil der Steine ist der hintern Seite zuzukehren, die Lagerfugen sind rechtwinklig zur Vorderfront zu stellen und die Stossfugen müssen der Richtung nach dem Kreiszentrum folgen.
12. Die Sturzbette oder Fallböden konstruire man ganz solid und gebe denselben am untern Ende einen widerstandsfähigen Abschluss, am besten durch Erstellung einer zweiten, niedrigen Sperre oder Schwelle, die auf der untern Seite durch eine Steinvorlage zu schützen ist. Man lasse sie lieber nach hinten, d. h. gegen die Sperre, als nach vorn — bachabwärts — fallen.
13. Ueber Sperren von Holz leite man das Wasser in gleichmässiger Vertheilung, die unbenetzt bleibenden Flügel auf denselben erstelle man von Steinen und das Holz selbst schütze man gegen die unmittelbare Berührung mit groben Geschieben.
14. Die Sporenköpfe konstruire man sorgfältig und versichere sie durch Steinwürfe, wenn sie nicht durch Längswuhre miteinander verbunden werden. Wo ihr Inneres aus losem Material besteht, sorge man für einen dem Wasserüberfall Widerstand leistenden Abschluss ihrer Kronenoberfläche und Seitenwände.
15. Für Flechtwerk und Faschinenbauten verwende man, soweit sie sich begrünen können und sollen, möglichst viel ausschlagsfähiges

Material und mache Flechtzäune und Faschinaden nicht zu hoch. Es empfiehlt sich hinter den Flechtzäunen auf die Sohle eine Wippe zu legen.

16. Sicherung der Einhänge in die Bäche gegen Verrutschung und Abschwemmung des Bodens.

Ist der Boden der sich über den Ufern der Bäche erhebenden Einhänge nass, beweglich oder kahl und in Folge dessen der Abrutschung oder Abschwemmung ausgesetzt, so muss die Bindung desselben angestrebt werden.

Zu diesem Zwecke ist bei der Korrektion der Bäche zunächst dafür zu sorgen, dass ihr Bett möglichst weit vom Fuss der rutschigen Hänge entfernt bleibe und gegen weitere Vertiefung geschützt werde. Je mehr für die Erstellung *sanfter Böschungen* am Fusse der Hänge gesorgt oder deren freiwillige Bildung begünstigt werden kann, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit baldiger Befestigung und Begrünung derselben. — Wo die Uferversicherungen unmittelbar an den Fuss der Hänge mit beweglichem Boden angelehnt werden müssen, sind dieselben widerstandsfähig zu erstellen und so hoch aufzuführen, dass sie bei Hochwasserständen nicht überfluthet werden.

Abgesehen von der Unterspülung des Fusses der Hänge durch die Bäche liegen die Ursachen der Abrutschungen in der Regel in zu grosser *Bodennässe*. Diese kann herrühren von Wasser, welches demselben von höher gelegenen Stellen in sichtbarer Weise zufliesst, oder von Wasseransammlungen auf oberhalb liegenden Terrassen, die sich unterirdisch entleeren, oder von Quell- und Schichtenwasser, das im Rutschungsgebiet selbst sichtbar oder unsichtbar austritt. Endlich können an steilen Hängen auch ohne derartige Ursachen Abrutschungen eintreten bei heftigen, längere Zeit andauerndem Regen und bei raschem Schneeabgang.

Liegt die Ursache der Rutschungsgefahr in Wasser, das von aussen oberflächlich oder unterirdisch zufliesst, so ist dasselbe sorgfältig von den gefährdeten Stellen abzuleiten und so in das nächste Wasserrinnsal zu führen, dass es keinen Schaden anrichten kann. Das auf der Bodenoberfläche zufliessende Wasser ist leicht aufzufangen; das durch den Boden sickernde muss oberhalb der gefährdeten Stelle aufgesucht und zusammengeleitet werden. Geben sichtbare Wasseransammlungen Veranlassung zu gefahrdrohender Bodennässe, so sind dieselben abzugraben. Alle Sammel- und Ableitungsgräben sind so anzulegen, dass sie das Wasser nicht wieder in den Boden versinken lassen, sondern auf un-

schädliche Stellen ableiten. Gleichzeitig ist bei deren Anlage dafür zu sorgen, dass sie sich nicht zu stark vertiefen und dadurch zur Bildung neuer Runsen Veranlassung geben.

Liegen die Ursachen der Bodennässe in der gefährdeten Fläche selbst, so sind sie leicht zu heben, wenn das Wasser — sichtbar oder verborgen — nur an einer oder wenigen Stellen aus dem festen Untergrund herausquillt, tritt es dagegen als sogenanntes Schichtenwasser zerstreut aus demselben, so sind die Schwierigkeiten grösser. Im ersten Falle handelt es sich in der Regel nur darum, die Quellen aufzusuchen, zu fassen und ihr Wasser in offenen oder gedeckten Gräben so abzuleiten, dass es den Boden nicht mehr erweichen kann, im zweiten dagegen wird eine regelrechte *Entwässerung* nöthig.

Die Entwässerungsgräben können offen bleiben oder — nach getroffener Fürsorge für die Ermöglichung des Wasserabflusses auf der Sohle derselben — wieder ausgefüllt werden. Die offenen Gräben sind nicht nur zulässig, sondern zu empfehlen, wo deren Sohle in den festen, undurchlassenden Untergrund gelegt werden kann, ohne sie mehr als 50—60 *cm* tief zu machen. Wo man sie tiefer machen muss und wo der Boden in Bewegung ist, sind gedeckte Gräben vorzuziehen, ebenso in den Fällen, wo es sich um Erstellung eines stark verzweigten Grabennetzes zur Entwässerung grösserer, durch zerstreut austretendes Wasser vernässter und daher rutschig gewordener Hangpartieen handelt.

Auch die Sohle der wieder zuzudeckenden Gräben muss wo möglich in die Erdschicht gelegt werden, welche von der bereits eingetretenen oder drohenden Bewegung nicht ergriffen ist oder wird, also in die Bodenunterlage, auf der das Wasser, ohne in erheblicher Menge tiefer einzudringen, abwärts fliesst und die Abrutschung der überliegenden Erdschichten vermittelt. Gräben, welche wieder zugedeckt werden, sind nicht weiter zu machen als es nothwendig ist, um die Grabarbeit in denselben ausführen zu können; die offen bleibenden Gräben erhalten eine Sohlenbreite von 20—30 *cm* und — wenn möglich — einfüssige (45 °) Böschungen. Bei allen Gräben ist die Sohle so auszugleichen, dass das Wasser ohne Stauung abfliessen kann. Auf die Sohle der wieder zuzudeckenden Gräben ist das Material zu legen, welches den Abfluss des Wassers vermitteln soll. Dieses Material kann bestehen aus Drainröhren, Steinen oder Faschinen.

Die Verwendung von *Drainröhren* ist für diejenigen Lokalitäten zu empfehlen, in denen die Leitungen durchweg in den unbeweglichen Boden gelegt werden können, also keine Verschiebungen erleiden. Die Weite der zu verwendenden Röhren richtet sich nach der abzuführenden Wasser-

masse, Röhren unter 6 *cm* Durchmesser im Lichten sollten nie verwendet werden. Beim Legen sind dieselben sorgfältig aneinander zu stossen und mit bindigem Boden zu decken, damit weder Sand noch lose Erde in dieselben eindringen kann. Wo die Hauptleitungen Seitenleitungen aufnehmen, ist das Wasser letzterer von oben in erstere einzuleiten. Die letzte Röhre des Seitenstranges wird auf die entsprechende der Hauptleitung gelegt, nachdem vorher in erstere auf der unteren und in letztere auf der oberen Seite je eine Oeffnung so gemacht wurde, dass beide auf einander passen. (Fig. 35 *a b* und *c*.)

Steine werden verwendet, wenn sie in der Nähe in ausreichender Menge vorhanden sind und der Boden, in den sie zu liegen kommen, nicht so beweglich ist, dass der Zusammenhang der Steinfüllung durch ungleiche Verschiebungen verloren gienge. Sie werden entweder einfach in einer 50—60 *cm* hohen Schicht in den Graben geschüttet und, zur Verhinderung der Ausfüllung der Zwischenräume durch lockere Erde, mit Reisig bedeckt, oder — insofern sich die Steine dazu eignen — in der Form kleiner First- oder Deckeltollen zusammengestellt. Die Einmündung der Seitengräben in die Hauptgräben ist einfach und kunstlos; die Steinfüllungen beider müssen einander entsprechen. (Fig. 37.)

Faschinen sind zu verwenden, wenn der Boden auch in der Tiefe der Grabensohlen beweglich ist und in Folge dessen Drainröhren und Steinfüllungen voraussichtlich so verschoben würden, dass der Zusammenhang der Wasserleitung Unterbrechungen erleiden müsste, ebenso da, wo Steine fehlen und der Transport der Röhren zu kostspielig wäre. Es können Laubhölzer und Tannäste, nöthigenfalls auch junge Nadelholzstämmchen verwendet werden. Das Material ist in Faschinen von 20 bis 30 *cm* Durchmesser zusammenzubinden und auf die Sohle der Gräben zu legen. — Steinen und Röhren gegenüber bieten die Faschinen den Vortheil, dass ihr Zusammenhang bei noch fortdauernder Bewegung des Bodens weniger unterbrochen wird. Im feuchten Boden dauern sie lange. (Fig. 36.)

Den Gräben zur Ableitung des von aussen zufliessenden Wassers ist eine Richtung zu geben, bei der einerseits die bisher gefährdete Stelle gegen den Wasserandrang ausreichend geschützt wird und anderseits nicht neue Uebelstände erzeugt werden. Mit besonderer Sorgfalt ist darüber zu wachen, dass das Wasser nicht in die Erdspalten eindringe, welche sich in der Regel oberhalb und oft auch seitwärts der Rutschungen bilden. Solche Gräben bleiben offen.

Die in den rutschgefährlichen Flächen zu erstellenden *Saugdrain* — namentlich die wieder zuzudeckenden — sind in der Richtung des

grössten Gefälls zu ziehen und dürfen nicht mehr als um das Zehnfache ihrer Tiefe von einander entfernt sein. Wenn — was häufig der Fall ist — das Wasser auf einer den obern Theil der Rutschfläche quer durchschneidenden, undurchlassenden Schicht zerstreut austritt, so sollten unter jener Schicht von den der Richtung des Wasserabflusses folgenden Gräben aus Auffanggräben gezogen werden, welche die Horizontalen schief schneiden, um das Wasser den ersteren auf dem kürzesten Wege zuzuführen. — Kann man am unteren Ende der Entwässerungsgräben das Wasser einer Mehrzahl derselben in einem im festen Boden anzulegenden Sammelgraben zusammenfassen und die Mündung des letzteren auf eine Stelle verlegen, an der das Wasser in unschädlicher Weise dem nächsten Bach zufliessen oder oberirdisch zugeleitet werden kann, so sollte man das nie unterlassen; nur ein oder doch möglichst wenige offene Ausläufe sind vielen immer vorzuziehen. Liegen mehrere nasse Stellen, getrennt durch trockene Partieen, über einander, so ist das Wasser am Fusse jeder einzelnen zusammenzufassen und abzuleiten. Lange Gräben ohne Unterbrechung sind nicht zu empfehlen, die Saugdrain sind daher auch da in Sammeldrain zusammenzufassen, wo unmittelbar unter letzteren wieder ein neues System angelegt werden muss. (Fig. 38.)

Wo der Boden bloss liegt und so steil ist, dass er beim Auf- und Zufrieren in Bewegung kommt und bei starken Niederschlägen abgespült wird, muss auch *dessen Oberfläche gebunden werden*. Bei mässigem Gefäll ist das durch Besamung mit tiefwurzelnden Gräsern, Klee etc. oder durch Bepflanzung mit Weisserlen und andern genügsamen Holzarten möglich. Bei starkem Gefäll muss der Begrünung die Befestigung des Bodens mit *Flechtzäunen, Faschinen* oder *Trockenmauern* vorangehen.

Für die Erstellung dieser Schutzmittel wurde schon in Kapitel 12 die nöthige Anleitung gegeben, es bleibt daher hier nur noch einmal hervorzuheben, dass Flechtzäune und Mauern zur Befestigung des Bodens nicht mehr als 30—50 *cm* hoch gemacht und so tief in den Boden gesetzt werden müssen, dass sie die nöthige Widerstandskraft besitzen. Flechtzäune, Faschinen und Mauern sind in der Richtung der Horizontalen anzulegen und lieber nur ca. 6—10 *m* lang zu machen und durch annähernd ebenso grosse Zwischenräume zu unterbrechen, als auf grosse Länge zusammenhängend zu erstellen. Die nächstunteren Reihen werden so angelegt, dass je ein oberes Zaunstück die Lücke zwischen zwei untern deckt. An den Enden sollten sie etwas über einander greifen, damit das abfliessende Wasser überall gebrochen wird und keine Gräben ausreissen kann. (Fig. 40 *a* und *b*, 41 *a* und *b*, 42 *a* und *b*, und 43 *a* und *b*.)

Die Entfernung der Flechtzäune, Faschinen und Mauern über einander richtet sich nach der Steilheit des Hanges und der Höhe der Zäune. Zwischen je zwei auf einander folgenden muss sich eine Böschung herstellen lassen oder freiwillig bilden, bei welcher der Boden gebunden bleibt und sich begrünen lässt. Es ist zu empfehlen, sogleich nach Vollendung der Flechtzäune oder Legung der Faschinen die Erde von der oberen Seite her so an dieselben heranzuziehen, dass sie nicht vertrocknen. Die Bildung und Erhaltung von Ausschlägen wird dadurch wesentlich begünstigt. Dass das Einlegen von bewurzelten Pflanzen die Begrünung fördere, wurde schon früher hervorgehoben. Da die Faschinen nur 15 bis 20 *cm* dick gemacht werden, so muss man zwei oder drei auf einander legen oder sie näher zusammenrücken als die Flechtzäune, jedoch nicht im Verhältniss der geringeren Dicke zur grösseren Höhe, weil erstere in der Regel reichlicher ausschlagen als letztere. (Fig. 40 und 41.)

Wenn der Boden zwischen den Flechtzäunen, Faschinen oder allfälligen Trockenmauern zur Ruhe gekommen ist, so muss er *begrünt* werden. Es geschieht das in gleicher Weise wie auf den Rutschflächen ohne Schutzbauten. Holzige Gewächse sind den gras- und krautartigen Pflanzen vorzuziehen, weil sie den Boden wirksamer und dauernder schützen als die letzteren. Das An- und Fortwachsen der Holzpflanzen und der Gräser etc. wird sehr gefördert, wenn man gute Erde in den Wurzelraum derselben bringen kann. Gras- und krautartige Pflanzen werden gesäet, für den Anbau der Holzgewächse ist die Pflanzung der Saat vorzuziehen.

Bevor man die zur Bindung des Bodens erforderlichen Arbeiten ausführt, sollten die Unebenheiten desselben, so weit sie Wasseransammlungen begünstigen oder den gleichmässigen Abfluss des Regen- und Schneewassers erschweren, ausgeglichen werden.

Da die Bodenbefestigungsarbeiten grosse Kosten veranlassen, so sind sie jeweilen nur so weit auszudehnen, als es zur Sicherung gegen Bodenabrutschung und Abschwemmung absolut nöthig ist. Wo man z. B. das Bachbett vom Fusse der rutschigen Hänge entfernen, zwischen demselben und dem Ufer also einen Raum gewinnen kann, auf dem das abgeschwemmte und abrollende Material Platz findet, ohne in den Bach zu gelangen, ist in der Regel wohl die Entwässerung überliegender nasser Partieen, nicht aber die Bindung und Begrünung der Bodenoberfläche nöthig. Unter solchen Verhältnissen bildet sich aus dem losen Material ein neuer Fuss des Hanges, die Böschung wird flacher, der Boden kommt in den unteren Partieen zur Ruhe und begrünt sich oder kann bepflanzt werden. Eine Bindung des Bodens durch Flechtzäune ist dann schliess-

lich nur an den Stellen nothwendig, welche auf die unteren Partieen auch dann noch Schutt liefern, wenn eine weitere Erhöhung der letzteren unzulässig oder nicht wünschenswerth ist.

Die künstliche Bindung der Rutschflächen ist nur da absolut nöthig, wo das sich ablösende Material an der Ablagerungsstelle erheblichen Schaden anrichtet oder aus ästhetischen Rücksichten grosser Werth auf deren Begrünung gelegt werden muss. Auf einen Ersatz der für die Bindung und Begrünung der verrutschten Flächen zu verwendenden Ausgaben durch die späteren Erträge darf man nur ausnahmsweise rechnen.

Müssen grössere *Aufforstungen* gemacht werden, so ist in erster Linie für die hiezu erforderlichen Pflanzen zu sorgen. Für die Stellen, auf denen humoser Boden fehlt (Rutschflächen und Schutthalden), sowie für die rutschgefährlichen Partieen überhaupt, eignen sich die reichlich von der Wurzel und vom Stocke ausschlagenden Laubholzsträucher, wie Weisserlen, Alpenerlen, Vogelbeerbäume und genügsame Weiden, auf sandigen Böden in warmen Lagen auch Akazien und für trockene Hänge in rauher Lage Legföhren. Zur Aufforstung von produktivem Boden im Sammelgebiet der Bäche verwende man — je nach Lage und Boden — Rothtannen, Lärchen, Arven und Bergföhren, in der Laubholzregion Buchen, Ahornen, Eschen, Weisstannen und Föhren, an sonnigen Hängen im milden Klima Eichen zu Schälwald, in ganz warmen Lagen auch Kastanien. An den Ufern der unteren Bachgebiete sind Eschen, Schwarzerlen, Schwarzpappeln und kanadische Pappeln, vor Allem aber die schmalblätterigen Weiden zu begünstigen. Müssen alte Flussbette produktiv gemacht werden, so leistet der Sanddorn, genügsame Weiden und die Weisserle gute Dienste. Wo der Boden nicht bloss aus ausgewaschenem Kies und Sand besteht, können anspruchsvollere Weiden- und Pappelarten, nicht selten auch Eschen und an nassen Stellen Schwarzerlen verwendet werden. — Erscheint es aus irgend einem Grunde nöthig, die Bindung des Bodens mit holzigen Gewächsen über die Baumregion hinauf auszudehnen, so eignen sich dazu auf den frischen Böden die Alpenerlen und auf den trockenen die Legföhren, zwei Holzarten, die an der oberen Waldgrenze und an Stellen, welche sich für die Erziehung von Bäumen nicht eignen, den Boden dicht und dauernd decken.

Die Erziehung der Pflanzen muss in Pflanzgärten erfolgen. Wo der Pflanzenbedarf in einem Bachgebiete ein grosser ist, thut man gut, die Pflanzen in demselben oder dessen Nähe zu erziehen. Möglichst ebene Lage, ein mineralisch kräftiger Boden und klimatische Verhältnisse, welche nicht allzustark von denjenigen abweichen, unter denen die Pflanzen ver-

wendet werden sollen, sind bei der Wahl des Platzes für die Pflanzgärten in erster Linie massgebend.

Bei ausgedehnten Aufforstungen im Sammelgebiet nehme man zuerst die Partieen in Angriff, deren Bewaldung am dringendsten erscheint, bessere dann im schon vorhandenen Wald die grösseren Lücken aus und ordne das weitere Vorgehen nach dem Grundsatze: Man pflanze zuerst da, wo ein befriedigender Erfolg erwartet werden darf und rücke allmälig auf die Stellen vor, auf denen der Erfolg zweifelhaft ist.

So weit die Aufforstungen zur Sicherung der Korrektionsarbeiten nothwendig sind, darf man nicht ängstlich rechnen; wo man dagegen mit denselben nur eine Mehrung der Holzerzeugung anstrebt, rechtfertigt sich ein mit dem dereinstigen Ertrag im Missverhältniss stehender Aufwand nicht.

Mit der Aufforstung von Rutschflächen und Schutthalden ist zu beginnen, wenn der Boden — mit oder ohne künstliche Bindungsmittel — so weit zur Ruhe gelangt ist, dass eine Ueberschüttung oder Blosslegung der Pflanzen nicht mehr zu befürchten steht, und nur in dem Masse fortzufahren, als die Beruhigung eingetreten ist und die Bepflanzung nothwendig erscheint.

An den Ufern müssen die erforderlichen Pflanzungen den Korrektionsarbeiten und der Planirung der Böschungen folgen, sobald die hiefür geeignete Jahreszeit eintritt.

Die Pflanzung ist der Saat vorzuziehen, letztere jedoch auf gebundenem Boden nicht absolut auszuschliessen. Weiden und Pappeln können als Stecklinge verwendet werden, für die Pflanzungen mit andern Holzarten sind bewurzelte Pflanzen nothwendig. Für exponirte Lagen dürfen Büschelpflanzen empfohlen werden, die Büschel sind schon beim Versetzen aus dem Saatbett in's Pflanzbett zu formiren.

Die Pflanzungen sind um so sorgfältiger auszuführen, je ungünstiger die Verhältnisse für das An- und Fortwachsen der Pflanzen sind. Auf magerem Boden wird die Verwendung von guter Erde in die Pflanzlöcher nöthig und in exponirten Lagen sind grössere Steine, Stöcke, am Boden liegende Stämme, Büsche etc. als Schutzmittel zu betrachten und zu benutzen. Die Nachbesserung eingegangener Pflanzen muss je schon im nächsten Herbst oder Frühjahr erfolgen und das Weidevieh ist von allen neuen Anlagen fern zu halten.

17. Ergänzung und Unterhaltung der Wuhr- und Schutzbauten.

Wasserbauten können nur unter besonders günstigen Verhältnissen in ununterbrochener Folge so fertig gemacht werden, wie ein Haus, eine

Strasse oder eine Eisenbahn. Ganz abgesehen von den vielen Störungen, welche während der Bauzeit durch Hochwasser eintreten, ist der Fortgang und die Vollendung der Arbeiten, wenn eine zweckmässige Ausführung gesichert und unnöthige Ausgaben vermieden werden sollen, in hohem Masse von der Wirkung des Wassers auf die Räumung der Rinnsale, die Ausgleichung des Gefälls und die Konsolidirung der Ufer etc. abhängig. Man kann nach Ausführung derjenigen Bauten, welche nothwendig sind, um dem Wasser den rechten Weg anzuweisen und die wünschbare Ausgleichung des Gefälls einzuleiten, nur allmälig zu den Arbeiten übergehen, welche die eingeleiteten Zustände definitiv zu gestalten, zu schützen und für die Dauer zu sichern bestimmt sind. Diese Arbeiten sind jeweilen dann vorzunehmen, wenn im Bachbette die Zustände eintreten, welche ihre Ausführung begünstigen. Ergänzungs- und Vollendungsarbeiten werden daher in der Regel während eines längeren Zeitraumes nothwendig.

Oeftere Wiederkehr mässig hoher Wasserstände während der Bauzeit fördert die Ausbildung normaler Zustände und den Abschluss der Korrektionsarbeiten.

Die *Ergänzungsarbeiten* sind nach den im Kapitel 15 gegebenen Regeln auszuführen und zur rechten Zeit vorzunehmen. Rechtzeitige Vornahme und sorgfältiges Anpassen derselben an die bestehenden Verhältnisse sind die besten Mittel, unnöthige Kosten zu vermeiden und den Zweck zu fördern; eine andauernde, sorgfältige Beobachtung der Wirkung des Wassers und der Veränderungen im Zustande der Bäche ist daher unerlässlich. Unbedingt nöthig ist eine gründliche Untersuchung der Beschaffenheit der Bäche und der in denselben ausgeführten Bauten unmittelbar nach jedem Hochwasser, weil hohe Wasserstände die grössten und einflussreichsten Veränderungen bewirken.

In der Regel werden die Ergänzungsarbeiten in der Erstellung von Sohlenversicherungen zweiter und dritter Ordnung oder in der Erhöhung bereits vorhandener, in der Begünstigung der Abschwemmung von Geschiebsablagerungen und in der Verstärkung der Uferversicherungen bestehen. Unter Umständen können aber nachträglich auch noch Hauptbauten nothwendig werden, wie: Erstellung von soliden Uferversicherungen hinter den zunächst nur provisorisch angebrachten, Ausbau des Profils bei Durchstichen, bei denen man die Hauptarbeit dem Wasser überliess u. A. m.

Schon vor dem Abschluss der Bauzeit werden Arbeiten nothwendig, die strenge genommen zur Unterhaltung gehören, weil sie an Stellen ausgeführt werden müssen, die bereits verbaut waren. Jedes Hochwasser,

das mit unvollendeten Arbeiten in Berührung kommt, schädigt oder vernichtet in der Regel einen Theil derselben. Sofortige Ausbesserung derartiger Schädigungen oder Wiederherstellung des Zerstörten ist unbedingt nöthig, weil neu eintretende Hochwasser die Zerstörung vorangegangener in erfolgreichster Weise fortsetzen. Kann man die Ausbesserung nicht ungesäumt vornehmen, so muss durch provisorische Vorkehrungen für Schutz der geschädigten Stellen gesorgt werden, damit neue Angriffe nicht allzu leicht stattfinden können.

Für die *Erstellung provisorischer Schutzvorkehrungen* können keine bestimmten Vorschriften gegeben werden, die anzuwendenden Mittel müssen sich nach der Beschaffenheit der gefährdeten Stelle und dem zur Verfügung stehenden Material richten; im einzelnen Falle wird die Frage, was zu thun sei, nicht allzu schwer zu beantworten sein. Empfehlenswerth sind die Schutzmittel, welche schon während des hohen Wasserstandes angewendet werden können, wie das Einhängen von Wuhrtannen, das Versenken grosser Steine oder mit Geschieben beschwerter Faschinen etc. Die während des Hochwassers angewandten Schutzmittel sind nach dem Verlaufen desselben zu ergänzen, damit sie ihren Zweck erfüllen, bis eine gründliche Ausbesserung stattfinden kann.

Mit den Ausgaben, welche für Unterhaltungsarbeiten während der Bauzeit gemacht werden müssen, ist die Baurechnung zu belasten, sie gehören zu den unvorhergesehenen oder wenigstens zu denjenigen, welche bei der Aufstellung der Voranschläge nur ganz summarisch in Rechnung gezogen werden können.

Für die Ausführung der eigentlichen *Unterhaltungsarbeiten* gilt in erster Linie der Grundsatz: *Man bessere auch die kleinsten Schäden ungesäumt aus.*

Wenn irgendwo Nachlässigkeit in der Unterhaltung verhängnissvoll werden und grossen Schaden im Gefolge haben kann, so ist es beim Wasserbau; die Bäche und Flüsse müssen daher *einer ständigen Aufsicht unterstellt werden.* Die Aufsicht ist Sachkundigen zu übertragen und es sind dieselben zu verpflichten, alle nöthigen Arbeiten rechtzeitig anzuordnen. Sie sind mit der Kompetenz auszurüsten, die Unterhaltungspflichtigen zu ungesäumter Vollziehung ihrer Anordnungen anzuhalten und im Falle von Säumigkeit die Arbeiten auf deren Rechnung ausführen zu lassen.

Bei eintretendem Hochwasser müssen alle Bäche während der ganzen Dauer desselben beobachtet werden und zwar auch in den Partieen, in denen weder Dammbrüche noch ein Austreten des Wassers über die Ufer

zu befürchten ist. Wo Schädigungen drohen, sind rechtzeitig die geeigneten Vorbeugungsmittel anzuwenden. Mit einfachen, wenig kostenden Mitteln kann man grossen Schaden abwenden. Wie oben erwähnt, bestehen diese Mittel im Einhängen von Wuhrtannen, im Versenken von Steinen und beschwerten Faschinen und in der Beseitigung der Hindernisse für den regelmässigen Wasserabfluss, namentlich der in's Wasser gelangenden Bäume und Sträucher.

Ist das Hochwasser verlaufen, so sind Sohle, Ufer und Dämme der Bäche einer sorgfältigen Untersuchung zu unterstellen und zwar auch auf den Strecken, auf denen noch keine Bauten ausgeführt worden sind. Art und Umfang der entdeckten Schädigungen sind zu ermitteln, die Projekte für deren Ausbesserung sofort auszuarbeiten und den Unterhaltungspflichtigen mit der Aufforderung zu ungesäumter Ausführung der nothwendigen Arbeiten zu behändigen. Ueber die rechtzeitige und vorschriftsmässige Vollziehung der getroffenen Anordnungen ist zu wachen.

Bei Schädigungen an schon bestehenden Bauten werden die Ausbesserungen in der Regel nach demselben Systeme auszuführen sein, wie die ursprüngliche Anlage, eine spezielle Anleitung hiezu ist demnach nicht nothwendig. Strenge ist darauf zu halten, dass die Ausbesserungen sich so an die noch bestehenden unbeschädigten Bauten anschliessen, dass an den Verbindungsstellen die Angriffe des Wassers nicht begünstigt werden; der Anschluss muss ein möglichst solider sein.

Sollte die nähere Prüfung der Verhältnisse zu dem Schlusse führen, die früher angewandte Bauart sei unzweckmässig, so ist bei der Ausbesserung grösserer Lücken zu einem für die betreffende Oertlichkeit besser passenden System überzugehen und dabei darauf zu achten, dass aus dem Wechsel von Neuem und Altem keine Uebelstände erwachsen und zukünftige Ausbesserungen und Ergänzungen in solider Weise an die bereits bestehenden Bauten neuern Systems angeschlossen werden können.

Wo Schädigungen an Stellen eintreten, die bisher nicht künstlich sichergestellt waren, ist zunächst zu untersuchen, in welcher Weise die Ausbesserung ausgeführt werden soll. Wenn die geschädigten Partien einen beträchtlichen Umfang haben, oder für die Zukunft ausgedehntere Ufer- oder Sohlenversicherungen in Aussicht stehen, so gelten für die Wahl des Bausystems dieselben Regeln, wie für umfassende Neubauten. — Sind die Schädigungen nur geringfügig und die Verhältnisse so, dass auf das Wiedereintreten normaler Zustände gerechnet werden darf, ohne für die nächste oder entferntere Zeit grössere Bauten in Aussicht nehmen zu müssen, so wähle man die einfachsten Ausbesserungsmittel, beobachte

aber deren Wirkung sorgfältig, um weiter drohenden Gefahren rechtzeitig vorbeugen zu können.

Besondere Aufmerksamkeit ist den *Vorkehrungen* zu schenken, *welche behufs Benutzung des Wassers in den Bächen und an deren Ufern* bestehen.

In erster Linie ist dafür zu sorgen, dass derartige Einrichtungen nicht in einer Weise erstellt oder abgeändert werden, die vom wasserbaupolizeilichen Standpunkte aus nicht als zweckmässig und unschädlich bezeichnet werden könnte. Einrichtungen, welche die Herbeiführung oder Erhaltung normaler Zustände in den Bächen hindern oder die Umgebung durch Begünstigung des Austretens des Wassers gefährden, sind zu beseitigen oder so abzuändern, dass sie keine schädliche Wirkung haben können.

Wo bei niedrigem Wasserstand auf den Stauwuhren für Wasserwerks- und Wässerungskanäle zur Vermehrung der Wasserzuleitung Aufsteckbretter oder am Einlauf in die Kanäle Fallen zur Abhaltung einer grösseren Menge von Wasser, als eben gebraucht wird, angebracht sind, ist dafür zu sorgen, dass diese Stauvorrichtungen bei drohendem Hochwasser beseitigt, beziehungsweise gezogen werden, damit das Wasser ungehindert abfliessen kann. Ebenso sind die bei Furthen, Tränk- und Waschplätzen bestehenden Einrichtungen zur Verhinderung des Austretens des Wassers bei jedem bedrohlichen Anschwellen der Bäche so in Stand zu setzen, dass sie ihre Aufgabe zu erfüllen vermögen.

Wo *Holz geflösst* wird, müssen die Vorkehrungen zur Stauung des Wassers (Weier, Klausen, Wasserstuben) sorgfältig überwacht werden. Dabei sind namentlich die Dämme, Schleussen und Ueberfälle in's Auge zu fassen, um allfällig nöthige Ausbesserungen anordnen und auf rasche Vollziehung der auszuführenden Arbeiten dringen zu können.

Vor und während der Flösserei müssen die zum Schutz der Ufer der Flossbäche erforderlichen Vorsichtsmassregeln getroffen, unterhalten und in ihrem Erfolg beobachtet werden. Die Unternehmer der Flösserei haben bei eigener Verantwortlichkeit dafür zu sorgen, dass sich an keiner Stelle zu viel Holz anhäufe, dass keine schweren Klötze oder ganze Stämme ungebunden geflösst, alles Holz von schwachen oder besonders gefährdeten Uferstellen abgelenkt und die Flösserei bei hohem Wasserstande unterbrochen werde.

Nach jeder Einstellung der Flösserei sind die Flossbäche sorgfältig zu untersuchen und alle Schädigungen auszubessern, bevor das Flössen wieder beginnt. Ist die Flösserei für ein Jahr ganz beendigt, so sind die

Zähne der Fang- und Abweisrechen zu entfernen, bewegliche Rechen ganz zu beseitigen und die Flossstrassen in untadelhaften Zustand zu bringen.

Da die *Brücken und Stege* bei Hochwasser stark gefährdet sind und nicht selten Veranlassung zum Austreten desselben geben, so müssen auch sie beobachtet werden. Besondere Aufmerksamkeit ist denjenigen zu schenken, welche auf im Bachbett stehenden Jochen ruhen oder ein zu knapp bemessenes Profil haben. In beiden Fällen ist dafür zu sorgen, dass der Durchlass nicht verengt werde durch Baumstämme und Sträucher, die vom Wasser abwärts getrieben, an den Jochen, Widerlagern, Streben und Tragbalken hängen bleiben. Das Wegräumen aller den Wasserabfluss erschwerenden Gegenstände muss, wenn es gelingen und Erfolg haben soll, beginnen, bevor sich grosse Massen anhäufen und fortgesetzt werden, so lange Gefahr vorhanden ist; die Brücken sind daher vom Eintritt des Hochwassers bis zum Verlaufen desselben zu bewachen.

Dass auch die Wirkung des Wassers auf die Ufer ober- und unterhalb der Brücken, sowie auf die Widerlager und auf allfällige Pfeiler beobachtet werden müsse, braucht kaum besonders betont zu werden. Eine Beschädigung der Uferversicherungen hat gar oft ein Umgehen der Widerlager zur Folge und eine Unterspülung der letzteren oder der Pfeiler zieht ihren Einsturz nach sich. In beiden Fällen droht nicht nur ein theilweiser oder gänzlicher Einsturz der Brücken, sondern grosse Schädigung des abwärts liegenden Bachgebiets durch das Brückenmaterial. So viel immer möglich, ist solchen Uebeln durch das Versenken von Steinen, beschwerten Faschinen etc. vorzubeugen.

Das Beschweren gefährdeter Stege und Brücken mit aufgelegten Steinen kann gute Dienste leisten, wenn erstere stark genug sind und ein für den höchsten Wasserstand genügendes Profil haben. Treffen diese beiden Voraussetzungen nicht zu, so empfiehlt sich diese Massregel nicht, weil sie das Uebel, wenn es dennoch eintritt, vergrössert. In solchen Fällen ist das Abtragen einfacher hölzerner Stege und Brücken eher zu empfehlen.

Nach jedem Hochwasser ist der Zustand der Stege und Brücken, sowie ihrer nächsten Umgebung mit besonderer Sorgfalt zu untersuchen und jede Schädigung ungesäumt in solider Weise auszubessern.

Die *Vorkehrungen zur Verhinderung von Bodenabrutschungen und Bodenabschwemmungen* können in der Regel auch nicht auf einmal so fertig gemacht werden, dass man sagen dürfte, es sind keine Ergänzungen mehr nothwendig. Es ist das namentlich dann nicht möglich, wenn man auf's Sparen angewiesen ist, also dafür sorgen muss, dass Ausgaben,

welche nicht absolut nothwendig sind, vermieden werden. Der Erfolg der Entwässerungsarbeiten und der zur Bindung des Bodens erstellten Flechtzäune, Faschineneinlagen und Mauern ist daher von deren Ausführung an zu beobachten, um Mangelndes rechtzeitig ersetzen und Fehlerhaftes verbessern zu können.

Wenn zur *Entwässerung* offene Gräben angelegt wurden, so ist in erster Linie dafür zu sorgen, dass sie fortwährend offen bleiben und in zweiter, dass sie sich nicht mehr vertiefen, als wünschenswerth erscheint. Die erste Aufgabe wird durch fleissiges Reinigen der Gräben und, wo nöthig, durch Verflachung der Böschungen derselben gelöst; der Vertiefung wirkt man durch Versicherung der Sohlen entgegen. Diese erfolgt in der Regel durch das Einsetzen niedriger Ueberfälle aus Holzschwellen, Faschinen, Flechtwerk oder Steinen mit Sicherstellung des Fusses derselben, sie kann aber auch durch Pflasterung der Sohle, Verschalung derselben mit Holz oder durch Ausfüllung mit Steinen bewirkt werden.

Bei unterirdischen Entwässerungen werden Störungen im Wasserabfluss an den sich bildenden Nassgallen oder an zu Tage tretendem Wasser erkennbar. Sie haben ihren Grund gewöhnlich in der Unterbrechung des Zusammenhanges der Leitungen durch Rutschungen oder in der Verstopfung derselben durch eingedrungenen Schlamm, eingewachsene Wurzeln u. drgl., können und müssen also gehoben werden durch Wiederherstellung des Zusammenhangs oder durch Beseitigung der Ursachen der Verstopfung.

Die zur *Bindung des Bodens* angelegten Flechtzäune und Faschinen erfordern um so häufiger Reparaturen, je rutschiger der Boden ist, je weniger tief die Pfähle eingeschlagen werden können und je ungünstiger die Verhältnisse dem Anwachsen der Pfähle, Flechtruthen und Faschinen sind. So lange der Boden nicht bewachsen ist, sich also nicht selbst schützt, müssen alle Vorkehrungen zu dessen Bindung unterhalten, beziehungsweise erneuert werden; jede Vernachlässigung derselben hat eine Verzögerung der Begrünung des Bodens zur Folge.

Wo *Waldanlagen* gemacht wurden, sind die eingegangenen Pflanzen zu ersetzen und zwar nicht nur in dem der ersten Bepflanzung folgenden Jahr, sondern so lange als Lücken entstehen und erwartet werden darf, dass die nachgesetzten Pflanzen mit den schon vorhandenen fortwachsen. Gras und Unkraut, das die Kulturen schädigt, ist fleissig auszuschneiden und der nachwachsende Bestand nach forstlichen Regeln zu pflegen. Schon vorhandene Bestände sind, soweit nöthig, auszubessern und so zu behandeln, dass sie ihre Aufgabe zu erfüllen im Stande sind. Kahle Abholzungen an steilen, rutschigen Einhängen in die Bäche sind unzu-

lässig. Die Erziehung starker Bäume in unmittelbarer Nähe gefährdeter Ufer und an rutschigen Halden ist nicht zu empfehlen, wogegen die Bepflanzung derselben mit Gesträuch, das sich stark bewurzelt und leicht durch Stock- und Wurzelausschläge verjüngen lässt, als ein gutes Mittel zu deren Bindung und Befestigung bezeichnet werden darf. Die ausschlagfähigen Holzarten sind als Niederwald mit kurzem Umtrieb zu behandeln, damit sie sich stark verdichten. An gefährdeten Stellen sind behufs Vermehrung der Ausschlagstöcke drei- bis vierjährige Ausschläge niederzubiegen und theilweise in den Boden einzugraben.

D. Wuhrpflicht und Organe zur Ordnung, Ueberwachung und Erfüllung derselben.

18. Pflicht zur Mitwirkung bei Wasserbauten.

Die Frage: *Wer ist wuhrpflichtig?* wurde früher und zum Theil jetzt noch verschieden beantwortet. Dass zur Zeit grosser Gefahr Jedermann zu möglichster Abwendung derselben moralisch verpflichtet sei, wurde nie bestritten; es haben daher auch bei hohen Wasserständen jeweilen alle Wohlmeinenden nach besten Kräften zur Beseitigung oder Verminderung drohender Uebel mitgewirkt, ohne zu fragen, wer zunächst gefährdet sei. Auch zur Linderung der Noth schwer Betroffener öffneten Nachbarn, Freunde und Fernstehende gerne die milde Hand. War die Gefahr vorbei und dem grössten Nothstande abgeholfen, und handelte es sich darum, die am Bache erfolgten Schädigungen auszubessern und Vorkehrungen zu treffen, um der Wiederkehr ähnlicher Uebelstände vorzubeugen, so trat an die Stelle freiwilliger, der allgemeinen Menschenpflicht entsprossenen, thatkräftigen Mitwirkung die rechtliche Erörterung der Frage: Wer hat die Pflicht, den Bach zu unterhalten und diejenigen Bauten auszuführen, welche geeignet sind, dem Wasser einen bestimmten Weg anzuweisen und die Gefahr des Austretens desselben zu beseitigen, beziehungsweise zu vermindern?

Nur zu oft wurde diese Frage im Sinne der Entlastung aller nicht direkt Betheiligten, d. h. aller, welche keine unmittelbar an den Bach anstossenden Güter besassen, beantwortet und dadurch die Ausführung der nöthigen Arbeiten erschwert, beziehungsweise unmöglich gemacht. Auch die dringendsten Arbeiten unterblieben um so häufiger, als der

862469

Staat und die Gemeinden früher weniger geneigt waren, gemeinnützige Unternehmungen in wirksamer Weise zu unterstützen, als das jetzt der Fall ist.

In Folge dessen wurde es nothwendig, die Wuhrpflicht gesetzlich zu ordnen. Wie das geschah, mögen folgende Beispiele aus der neueren *Wasserbaupolizeigesetzgebung* zeigen.

Das *eidgenössische Wasserbaupolizeigesetz* vom Jahr 1877 wahrt dem Bund die Oberaufsicht über die Wasserbaupolizei im Hochgebirge und ermächtigt die Bundesbehörden zur Verabreichung von Beiträgen an die Kosten für die vom öffentlichen Interesse verlangten Verbauungen, Eindämmungen und Korrektionen bis zum Betrage von 40 % der wirklichen Baukosten; ausnahmsweise bis zur Hälfte der Kostensumme.

Das *zürcherische Gesetz betreffend die Korrektion der öffentlichen Gewässer und deren Uferunterhalt* vom Jahr 1876 theilt dieselben in zwei Klassen. Die Korrektion der Gewässer erster Klasse ordnet der Staat an und führt sie aus, diejenige der Gewässer zweiter Klasse beschliessen die Gemeinden. Im Falle ein erhebliches öffentliches Interesse die Korrektion der letzteren nothwendig macht, kann der Regierungsrath die Gemeinden dazu anhalten. Für wichtigere Bauten übernimmt die staatliche Baudirektion die technischen Vorarbeiten.

An die aus der Korrektion der Gewässer erster Klasse erwachsenden Kosten leistet der Staat zwei Dritttheile, den Rest zahlen die Gemeinden und die interessirten Grundeigenthümer und Gewerbebesitzer. — Die Kosten für die Korrektion der Gewässer zweiter Klasse werden auf die betheiligten Grundeigenthümer und Gewerbebesitzer nach Massgabe ihrer Interessen an der Unternehmung verlegt. Wenn mit solchen Bauten ein erhebliches öffentliches Interesse verbunden ist, so haben die Gemeinden an die Kosten bis auf ein Dritttheil beizutragen und es kann auch der Staat einen Beitrag leisten.

Rücksichtlich des Unterhalts und der Benutzungsweise stehen alle öffentlichen Gewässer unter der Oberaufsicht des Regierungsrathes. Die Pflicht des Unterhalts liegt den anstossenden oder durch Ueberschwemmung bedrohten Grundstücken und den Gemeinden ob. Die Ausführung der Unterhaltungsarbeiten ist nicht von den einzelnen Pflichtigen, sondern von der Gemeinde zu besorgen. Wenn die Gemeinden säumig sind, so trifft der Regierungsrath die nothwendigen Anordnungen.

Zur Anordnung, Durchführung und Ueberwachung der Arbeiten stellt der Staat die erforderlichen Techniker an.

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS

Das *Gesetz über Wasserpolizei, Wasserrechte, Gewässerkorrektion und Enteignungswesen für den Kanton Unterwalden ob dem Wald* vom Jahr 1877 stellt alle öffentlichen Gewässer rücksichtlich ihres Unterhalts und ihrer Benutzung unter besondere Aufsicht des Staates.

Die Erstellung und Unterhaltung derjenigen Vorkehren, welche an den Gewässern zum Schutze der angrenzenden Ländereien, Bauten oder Anlagen erforderlich sind, ist in der Regel Sache des Eigenthümers der anstossenden Güter, Bauten oder Anlagen. Der Einwohnergemeindrath hat in erster, der Regierungsrath in zweiter Instanz die Pflichtigen zur Ausführung der nöthigen Arbeiten anzuhalten und nöthigenfalls von amtswegen einzuschreiten. An Gewässern, welche gemeinschädlich wirken, können neben den Anstössern auch die Besitzer des weiterhin betheiligten Eigenthums, nach Umständen auch ganze Gemeindebezirke oder die Gemeinde selbst oder verschiedene Gemeinden zugezogen werden. Die Schutzpflicht richtet sich nach der Grösse der abzuwendenden Gefahr oder des zu erzielenden Nutzens. Bei ausserordentlicher Belastung der Pflichtigen werden zur Förderung der Arbeiten Staatsbeiträge verabreicht. Bei grossen Bauten kann der Staat die Kosten der technischen Vorarbeiten ganz oder theilweise übernehmen.

Die Schutzpflichtigen haben Wuhrreglemente zu erlassen. Das kantonale Baudepartement hat den Zustand der gemeingefährlichen Gewässer in Begleitung eines Mitgliedes des Gemeindrathes und des Wuhrmeisters alljährlich zu untersuchen und die nöthigen Arbeiten anzuordnen. Staatliche Mitleitung der Bauarbeiten tritt ein, wenn der Staat Beiträge leistet, wenn die Bachgesellschaft oder der Gemeindrath es wünscht oder wenn besondere Rücksichten es wünschenswerth erscheinen lassen.

Diese Auszüge aus Gesetzen, die unter verschiedenen Verhältnissen erlassen wurden, beweisen, dass gegenwärtig betreffend *die Pflicht zur Korrektion und Unterhaltung der Flüsse und Bäche folgende Grundsätze als zu Recht bestehend* betrachtet werden dürfen:

1. Dem Staat steht die Aufsicht über die öffentlichen Gewässer zu, er übt die Wasserbaupolizei aus, ordnet die im öffentlichen Interesse liegenden Arbeiten an und überwacht deren Ausführung.
2. Die Wuhrpflicht liegt den Besitzern des Grundeigenthums ob, das an den Bächen und im Ueberschwemmungsgebiet derselben liegt oder aus den Schutzbauten Nutzen zieht und zwar nach Massgabe ihrer Interessen an der Sache.
3. Die Gemeinden, die Kantone und der Bund leisten Beiträge an die Kosten derjenigen Bauten, welche im öffentlichen Interesse ausgeführt werden.

4. Neubauten und Unterhaltungsarbeiten sind gemeinschaftlich nach einheitlichem Plane auszuführen.

Da sich die Kosten für die Wuhrarbeiten nach diesen Grundsätzen auf Viele vertheilen, so sind sie für den Einzelnen nur ausnahmsweise unverhältnissmässig hoch, eine gründliche Durchführung der Korrektionsarbeiten und eine gute Unterhaltung der ausgeführten Bauten ist daher gegen früher sehr erleichtert.

19. Organisation und Verwaltung der Wuhrgenossenschaften.

Wie im vorangehenden Kapitel gezeigt wurde, steht die *Aufsicht* über alle öffentlichen Gewässer nach der jetzigen Wasserbaupolizeigesetzgebung dem Staate zu, dieser muss daher für die zu wirksamer Ausübung dieser Aufsicht nöthigen Organe sorgen und zwar sowohl in technischer als in administrativer Richtung.

Die Aufsicht in technischer Richtung muss durch Sachverständige geübt werden, es sind daher Techniker anzustellen und vom Staate zu besolden. Ob man denselben nur das Wasserbauwesen übertragen, d. h. für diesen Zweck besondere Beamte anstellen, oder die diessfälligen Geschäfte den andern Staatsingenieuren zuweisen wolle, hängt von der Organisation des technischen Staatsdienstes, in vielen Fällen auch von der Befähigung und Neigung der angestellten Techniker ab. Dass die Wasserbautechniker des Staates nicht nur die Aufsicht zu führen, sondern alle Projekte zu prüfen, zu begutachten und, so weit es die Zeit erlaubt, auch Projekte anzufertigen haben, versteht sich von selbst.

In administrativer und polizeilicher Richtung stehen dem Regierungsrath in den Bezirks- und Gemeindsbehörden die nöthigen Organe zu Gebot. Man wird aber diesen ohnehin stark in Anspruch genommenen und schwach besoldeten Behörden nicht zumuthen dürfen, sich auch mit dem Detail der in der Hauptsache auf Rechnung der Privaten auszuführenden Bauten und mit der Verrechnung und Vertheilung der aus denselben erwachsenden Kosten zu beschäftigen, also dafür sorgen müssen, dass die bei der Korrektion und Unterhaltung der Bäche Betheiligten ihre Privatinteressen selber wahren.

Da der Grundsatz, die Korrektions- und Unterhaltungsarbeiten seien nicht vom einzelnen Anstösser, sondern von allen Betheiligten gemeinsam auszuführen, allgemein anerkannt ist, so bestehen unter den Besitzern der an einen Bach anstossenden oder in dessen Ueberschwemmungsgebiete liegenden Grundstücken, Strassen, Brücken und Stegen und den Inhabern von Wasserrechten gegenseitige Beziehungen, welche deren Vereinigung

zu *Wuhrgenossenschaften* nicht nur rechtfertigen, sondern absolut nothwendig machen. Der Staat muss daher, wo es nicht bereits geschehen ist, die Bildung von Wuhrgenossenschaften durch Gesetze oder Verordnungen gebieten und dafür sorgen, dass sich allfällige Minderheiten den Beschlüssen der Mehrheit zu fügen haben.

Alle bei der Korrektion und Unterhaltung eines Bachs, welcher in wasserbaupolizeilicher Beziehung als Einheit aufzufassen ist, Betheiligten, sind in eine Genossenschaft zu vereinigen, unbekümmert darum, ob sie in einer oder mehreren Gemeinden wohnen und der Bach einer oder mehreren Gemarkungen angehöre. Für Bäche, welche nach ihrer Beschaffenheit in zwei oder mehrere, in baulicher Beziehung von einander ziemlich unabhängige Sektionen zerfallen, können, wenn das aus administrativen Rücksichten wünschenswerth erscheint, auch zwei oder mehrere Genossenschaften gebildet werden. Der Entscheid hierüber ist dem Regierungsrath vorzubehalten.

Die Gründung der Wuhrgenossenschaften müssen die Gemeindsbehörden an die Hand nehmen, weil sie für die Vollziehung der bestehenden Gesetze und die Förderung des Gemeinwohles in erster Linie verantwortlich sind und ihnen die Mittel zustehen, gegen Betheiligte, welche sich der Sache abgeneigt zeigen, zwingend vorzugehen.

Wo das Vorgehen der Behörden durch die bestehenden Gesetze noch nicht geordnet ist, dürfte sich folgendes Verfahren empfehlen:

Der Gemeindrath, bei dem von Wuhrpflichtigen die Anregung zu geordnetem Unterhalt oder zur Korrektion eines Baches gemacht wird, oder der von sich aus oder auf Veranlassung der Oberbehörden die Bildung einer Wuhrgenossenschaft anstrebt, ladet die bisher Wuhrpflichtigen und allfällig andere bei der Sache Interessirten zu einer Versammlung ein und sucht dieselben zur Fassung entsprechender Beschlüsse zu veranlassen. Werden seine Anregungen abgelehnt, so veranlasst er die Oberbehörden zum Einschreiten, kommt ein Mehrheitsbeschluss für Bildung einer Korporation zu Stande oder wird letztere amtlich angeordnet, so wählt die Bezirksbehörde auf den nicht bindenden Vorschlag des Gemeindrathes eine aus fünf Mitgliedern bestehende Kommission und gibt derselben den Auftrag, für den in Frage liegenden Bach den Perimeter, d. h. die Grenze des für die Korrektion und Unterhaltung des Baches pflichtigen Gebietes, festzustellen. Gleichzeitig hat dieselbe, nach Massgabe der Vortheile, welche aus der Korrektion und der geordneten Unterhaltung des Baches für die beitragspflichtigen Objekte erwachsen, das Verhältniss festzusetzen, nach welchem deren Besitzer sich an den Kosten zu betheiligen haben.

Beschwerden gegen die Beschlüsse der Kommission erledigt die Bezirksbehörde, beziehungsweise der Regierungsrath.

Da die Korrektion und gute Unterhaltung der Bäche nicht bloss im Interesse des im Ueberschwemmungs- und Sammelgebiet derselben liegenden Grundbesitzes liegt, sondern auch das allgemeine Wohl fördert, so sollten sich die Gemeinden und der Staat an den daherigen Kosten in angemessener Weise betheiligen.

Sind die Genossenschaften gebildet, so kann deren innere Organisation denselben überlassen werden, immerhin in der Meinung, dass sie ihre Statuten oder Reglemente den Behörden zur Genehmigung vorzulegen haben.

Durch die *Wuhrreglemente* sind zu ordnen:

Der Bestand und Zweck der Wuhrgenossenschaft;
die Rechte und Pflichten der Genossen;
die Geschäftsführung,

und zwar alles in einer Weise, die mit den staatlichen Gesetzen und Verordnungen nicht im Widerspruch steht.

Wir lassen einen Entwurf zu einem Wuhrreglement folgen, aus dem Form und Inhalt in allgemeinen Umrissen ersichtlich sind, der aber bei der grossen Mannigfaltigkeit der einschlagenden Verhältnisse keinen Anspruch darauf macht, für alle Fälle als Muster benutzt werden zu können.

Reglement
der
Wuhrgenossenschaft Wildbach
in
Schlüchtheim.

(Vom 8. Januar 1886.)

I. Bestand und Zweck der Wuhrgenossenschaft.

Art. 1. Die Wuhrgenossenschaft besteht aus den jeweiligen Besitzern der im Perimeter des Wildbachs liegenden Grundstücke, Gebäude, Wasserwerke, Strassen, Brücken, Stege, Furthen, Wasserleitungen, Waschplätze, Tränken etc.

Art. 2. Die Genossenschaft hat den Zweck, den Wildbach nach dem von den Staatsbehörden genehmigten Plan gründlich und in solider Weise zu korrigiren, nach erfolgter Korrektion allfällig nöthige Ergänzungsbauten auszuführen und die Sohlen- und Uferversicherungen, Dämme etc. auf gemeinsame Rechnung sorgfältig zu unterhalten. In die Korrektion

und Unterhaltung sind auch die Einmündungen der Seitenbäche einzuschliessen, nöthigenfalls sind beide Aufgaben auf die ganze Länge letzterer auszudehnen.

Art. 3. Die Erstellung und Unterhaltung der Wasserauffangwuhre für Wasserwerke, Wässerungsanlagen und Brunnenleitungen, sowie deren Ein- und Ausläufe ist Sache der Eigenthümer derselben, sie haben sich aber bei allen Bauten und Aenderungen, sowie bei deren Unterhaltung den Anordnungen der Wasserbaupolizeibehörden unbedingt zu unterziehen.

Bau und Unterhalt der Bachbrücke für die Landstrasse liegt dem Staat, des Dorfsteges der Gemeinde und der Brücken für die Feldwege den Flurkorporationen ob. Auch diese Pflichtigen haben sich allen wasserbaupolizeilichen Anordnungen zu unterziehen.

Art. 4. Die Unterhaltung der Ufer- und Sohlenversicherungen, der Dämme und der Strassen auf und der Wasserdurchlässe unter letzteren etc. soll in der Regel durch Ausbesserung des Bestehenden nach dem bei der Anlage angewandten Bausystem erfolgen und zwar ohne Säumniss unmittelbar nach stattgefundener Schädigung oder Entdeckung drohenden Zerfalls.

Erscheinen Aenderungen in der bestehenden Bauart wünschbar, so sind die neuen Bauprojekte den Staatsbehörden zur Prüfung und Genehmigung vorzulegen.

Art. 5. Alle Unterhaltungs-, Ergänzungs- und Erneuerungsarbeiten werden durch die Genossenschaft unter der Leitung und Aufsicht ihrer Organe — also nicht durch die einzelnen Pflichtigen — besorgt. Die Vorschriften des Wasserbaupolizeigesetzes und die diessfälligen Weisungen der Oberbehörden sind pünktlich zu befolgen.

Art. 6. Die Wuhrgenossenschaft bezahlt alle aus der Lösung ihrer Aufgabe erwachsenden Kosten. Einnahmen für Gras, Holz etc. ab den Dämmen oder den alten Bachbetten fallen in die Kasse der Genossenschaft.

Art. 7. Die Beitragspflicht der im Perimeter liegenden Objekte, resp. ihrer Besitzer richtet sich nach den bei der Bildung der Genossenschaft oder seither in gültiger Weise festgesetzten Verhältnisszahlen.

Das Verzeichniss der Beitragspflichtigen, ihrer belasteten Objekte und der für die Zahlungspflicht massgebenden Verhältnisszahlen ist mit den jeweiligen Eigenthumsverhältnissen in Uebereinstimmung zu erhalten. Dasselbe ist einer Revision zu unterstellen, wenn die absolute Mehrheit der Betheiligten eine solche beschliesst. Revidirte Verzeichnisse sind den Oberbehörden zur Prüfung und Genehmigung vorzulegen.

Art. 8. In den ersten zehn Jahren des Bestandes der Wuhrgenossenschaft legt dieselbe aus Beiträgen, welche sie nach Anleitung des Art. 7 erhebt und allfälligen anderweitigen Einnahmen einen Reservefond an, der 5 % des Aufwandes für die Korrektion des Baches betragen und auf dieser Höhe erhalten werden soll.

Erlöse für verkauftes Land — altes Bachgebiet etc. — fallen in den Reservefond.

Art. 9. Die Wuhrgenossenschaft ordnet ihre Verhältnisse in Genossenversammlungen und wählt zur Leitung und Besorgung der Geschäfte eine Vorsteherschaft bestehend aus fünf Mitgliedern. — Zur Beaufsichtigung des Baches und der Bauten an demselben wird ein Wuhrmeister angestellt (Art. 12 lit. *f* und 17 lit. *a*).

II. Organe der Genossenschaft.

A. Genossenversammlung.

Art. 10. Die stimmberechtigten Besitzer wuhrpflichtiger Objekte und die gesetzlichen Vertreter der Nichtstimmberechtigten und der Gemeinde und Holzkorporation (Vormünder und Vorsteher) bilden die *Genossenversammlung*.

Art. 11. Es findet jährlich mindestens eine Genossenversammlung statt und zwar im September.

Ausserordentlicher Weise treten die Genossen zusammen auf die Einladung ihrer Vorsteherschaft oder auf das Verlangen von mindestens dem zehnten Theil der Genossen. Ein derartiges Begehren ist dem Präsidenten schriftlich einzureichen.

Die Einladung zu den Versammlungen und die Behandlung der Geschäfte in denselben erfolgt nach den für die Gemeindeversammlungen geltenden Vorschriften.

Art. 12. Die Genossenversammlung wählt aus ihrer Mitte die Vorsteherschaft (Art. 9) und aus dieser den Präsidenten, ferner zwei Rechnungsrevisoren und zwei Stimmenzähler. Sie fasst — unter Beachtung der wasserbaupolizeilichen Gesetze und Verordnungen — Beschlüsse über:

a) Abänderungen und Ergänzungen des Reglements;

b) Revision des Verzeichnisses der Wuhrpflichtigen, ihrer beitragspflichtigen Objekte und deren Beitragsquoten;

c) den Voranschlag und die Jahresrechnung;

d) die Ausführung grösserer, im Voranschlag nicht vorgesehener Bauten;

e) alle Verwaltungsangelegenheiten, welche nicht in die Kompetenz der Vorsteherschaft fallen;

f) die Entschädigung der Vorsteher und die Besoldung des Kassiers, Aktuars und Wuhrmeisters.

Art. 13. Stimmberechtigt ist jeder männliche Beitragspflichtige, insofern er eigenen Rechtes ist. Für die Nichtstimmberechtigten üben die gesetzlich bestellten Vertreter und für die Gemeinde und die Korporation je ein Mitglied der betreffenden Behörde das Stimmrecht aus.

Art. 14. In den Versammlungen und bei den Wahlen hat jeder Genosse eine Stimme. Für die Gültigkeit der über die in Art. 12, lit. *c, d, e* und *f* aufgezählten Angelegenheiten zu fassenden Beschlüsse und der zu treffenden Wahlen ist die absolute Mehrheit der Stimmenden erforderlich. Zur Gültigkeit von Beschlüssen betreffend die in Art. 12, lit. *a* und *b* aufgezählten Geschäfte ist die absolute Mehrheit aller Beitragspflichtigen nothwendig.

Mit reglementarischer Mehrheit gefasste Beschlüsse sind für alle Genossen verbindlich. Rekurse gegen Beschlüsse und Wahlen sind bei der Oberbehörde in gleicher Weise anhängig zu machen und zu behandeln wie diejenigen gegen Gemeindsbeschlüsse.

B. Vorsteherschaft.

Art. 15. Die Vorsteherschaft besteht aus einem Präsidenten und vier Mitgliedern (Art. 9). Ihre Amtsdauer beträgt vier Jahre.

Die Vorsteherschaft wählt auf je vier Jahre einen Vizepräsidenten, einen Kassier und einen Aktuar.

Art. 16. Jeder stimmberechtigte Genosse ist verpflichtet, eine Wahl in die Vorsteherschaft auf vier Jahre anzunehmen.

Wird zwischen den periodischen Erneuerungswahlen eine Stelle frei, so ist dieselbe in der nächsten Genossenversammlung wieder zu besetzen. Der Neugewählte tritt in die Amtsdauer des Austretenden.

Art. 17. Der Vorsteherschaft steht die Vorberathung aller an die Genossenversammlung zu bringenden Anträge und die Vollziehung der Beschlüsse derselben, sowie der Aufträge der Oberbehörden zu.

Sie erledigt von sich aus folgende Geschäfte:

a) die Wahl und Ueberwachung des Wuhrmeisters (Art. 9);

b) die Aufstellung des Voranschlages und des Rechnungsabschlusses als Antrag an die Genossenversammlung;

c) den Bezug der Beiträge von den Wuhrgenossen;

d) die Anordnung dringender Bauten und aller Unterhaltungsarbeiten.

Art. 18. Der *Präsident* leitet die Verhandlungen der Genossenversammlung und der Vorsteherschaft und erledigt die laufenden Geschäfte.

Der *Kassier* besorgt die Einnahmen und Ausgaben und führt Buch und Rechnung über dieselben.

Der *Aktuar* besorgt die Korrespondenz, führt die Protokolle über die Verhandlungen der Genossenversammlung und der Vorsteherschaft und sorgt dafür, dass das Verzeichniss der Beitragspflichtigen, der wuhrpflichtigen Objekte und der Beitragsquoten stets mit den bestehenden Eigenthumsverhältnissen übereinstimmt.

Art. 19. Das Rechnungsjahr geht vom 1. Juli bis zum 30. Juni. Die Voranschläge und die Rechnungen sind mit dem Censurbericht der Rechnungsrevisoren den Genossen während 14 Tagen zur Einsicht aufzulegen. Die definitive Feststellung beider erfolgt in der ordentlichen Versammlung der Genossen (Art. 11).

Der Kassier leistet für getreue Verwaltung Bürgschaft.

III. Schlussbestimmungen.

Art. 20. Vorstehendes Reglement tritt nach erfolgter Ratifikation durch die Oberbehörde in Kraft. Es ist in das Protokoll der Genossenversammlung einzutragen und allen Genossen gedruckt zuzustellen.

Das Original des Reglementes und des Verzeichnisses der Wuhrpflichtigen, der beitragspflichtigen Objekte und der Beitragsquoten wird bei der Oberbehörde deponirt.

Alle älteren Reglemente und Beschlüsse betreffend die Korrektion des Wildbachs und dessen Unterhalt — die Wasserrechtskonzessionen und die privatrechtlichen Verpflichtungen ausgenommen — sind aufgehoben. Letztere sind loszukaufen.

E. Welchen Erfolg darf man von den Schutzbauten an den Bächen und den Einhängen in dieselben und von einer guten Handhabung der Wasserbaupolizei erwarten?

20. In den Bächen und deren Umgebung.

Wenn die Bäche so verbaut werden können, dass sich ihre Sohle an allen Stellen mit abschwemmbarem Boden im *Gleichgewichtsgefäll* befindet oder so versichert ist, dass sie der bewegenden Kraft des Wassers

Widerstand zu leisten vermag, und wenn die Ufer, beziehungsweise die Dämme, hoch genug und gegen Schädigung ausreichend sicher gestellt sind, so kann das Wasser, insofern alle Bauten in gutem Zustande erhalten werden und nicht ganz ungewöhnliche Ereignisse eintreten, weder im Bachbett noch in dessen Umgebung Schaden anrichten. Unter diesen Voraussetzungen hört auch die nachtheilige Wirkung der Bäche auf die Flüsse auf.

Derartigen Zuständen werden wir uns aber nur langsam nähern, dieselben wohl auch nie überall herzustellen im Stande sein, weil die Zahl der Schaden verursachenden Bäche sehr gross ist und die gründliche Korrektion aller einen Aufwand an Zeit und Geld erfordern würde, für den man in den zu erzielenden Vortheilen keinen genügenden Ersatz zu bieten vermöchte.

In der Regel wird man sich darauf beschränken müssen, die *Hauptübelstände* zu beseitigen, d. h. die gefährlichsten Bäche und an diesen in erster Linie die bösesten Stellen zu verbauen und damit dafür zu sorgen, dass im Erosionsgebiet keine erheblichen Vertiefungen, an den Ufern keine Unterspülungen, auf den Schuttkegeln keine Ueberschwemmungen und am Fusse derselben oder in den Flüssen keine nachtheilig wirkenden Geschiebsablagerungen stattfinden können.

Wenn es gelingt, diese Aufgabe zu lösen und zugleich den absoluten Waldboden im Sammelgebiet der Bäche mit guten Holzbeständen zu schützen und diesen Schutz zu erhalten, dann ist Viel erreicht. Das Regen- und Schneewasser wird in geringerer Menge und langsamer in's Thal gelangen, es wird die Sohlen und Ufer der Bäche weniger angreifen, alte Schutthalden und Rutschflächen werden sich allmälig begrünen und neue nur in beschränkter Zahl und Ausdehnung entstehen; die Geschiebslieferung wird abnehmen, das Wasser nicht mehr oder doch nur nach ganz ausserordentlichen Niederschlägen über seine Ufer treten, Güter, Häuser, Brücken und Strassen werden gegen Schädigungen gesichert sein und die Flussbette nicht mehr mit Geschieben gefüllt werden, welche sie nicht fortzubewegen vermögen.

Die Korrektion der Bäche in der Ebene, die in der Regel in möglichster Ausgleichung der Krümmungen besteht, hat ein stärkeres Gefäll und eine Senkung des Wasserstandes zur Folge. Dadurch wird die Gefahr der Ueberschwemmung beseitigt, die Entwässerung der nassen Umgebung erleichtert und eine vortheilhaftere Benutzung des Bodens möglich gemacht.

Dass diese Aufgabe nicht in allen gefährlichen Bächen gleichzeitig gelöst, der Zweck also nicht in kurzer Zeit erreicht werden kann, darf

uns nicht entmuthigen; jede grössere oder kleinere Arbeit, zweckmässig und solid ausgeführt, wirkt günstig und führt uns dem Ziele näher. — Schon die sorgfältige Durchführung der in Abschnitt B bezeichneten Vorkehrungsmittel gegen Schädigungen durch die Bäche sind von grossem Nutzen und sollten um so eher überall zur Ausführung kommen, als sie keinen grossen Aufwand bedingen und ohne weitläufige Vorarbeiten an die Hand genommen werden können.

Zu viel darf man jedoch von der Korrektion der Bäche und deren Unterhaltung nicht erwarten. Wir haben bei diesen Arbeiten Naturkräfte zu bekämpfen, die nicht selten jeder Vorausberechnung spotten und die schönsten Hoffnungen und Erwartungen vernichten. Misserfolge dürfen uns aber nicht entmuthigen und nicht dazu führen, die Hände in den Schooss zu legen; neue Anhandnahme der Arbeit unter Benutzung und vorsichtiger Anwendung aller gemachten Beobachtungen und Erfahrungen wird in der Regel zum Ziele führen, jedenfalls den grössten Uebeln vorbeugen. *Muth und Ausdauer führen zum Sieg, Muthlosigkeit zur Niederlage.*

21. Im Allgemeinen.

In der Regel wird die Korrektion der Bäche im Interesse ihrer nächsten Umgebung eingeleitet und durchgeführt, bei guter Lösung der Aufgabe und tadelloser Unterhaltung der erstellten Bauten gewinnt aber nicht nur diese, sondern die ganze Gegend, vom volkswirthschaftlichen Gesichtspunkte aus betrachtet, sogar das ganze Land.

In erster Linie übt die Verbauung und gute Unterhaltung der Bäche, wie schon im vorigen Kapitel angedeutet wurde, einen günstigen Einfluss auf die *Flüsse,* in welche sie sich ergiessen. Die Hauptursache der Schädigungen des Landes durch die Flüsse liegt in der raschen Füllung derselben mit dem ihnen von den Bächen zugeführten Wasser und Geschiebe. Jedes Mittel, das den Zufluss des Wassers verzögert und vermindert und die Geschiebszufuhr schwächt, trägt dazu bei, die der Umgebung der Flüsse drohenden Gefahren zu mindern und die Kosten für deren Korrektion und Unterhalt zu reduziren. — Wären die Bäche alle in solider Weise verbaut und die steilen Hänge ihres Sammelgebietes gut bewaldet, so wäre der Erhöhung der Sohle der Flüsse vorgebeugt, die Ueberschwemmungsgefahr zum grössten Theil beseitigt und die Korrektion und Unterhaltung derselben sehr erleichtert. Schon die Beseitigung der Hauptübelstände in den Bächen wird einen sehr günstigen Erfolg auf den Zustand der Flüsse und ihrer Umgebung üben.

Ohne Bedenken darf man sagen: der Erfolg der Flusskorrektionen ist erst dann gesichert, wenn die Sammelgebiete der bösartigsten Bäche ausreichend bewaldet und letztere selbst so verbaut sind, dass sie keine grossen Geschiebsmassen mehr in's Thal befördern können, oder durch Anlegung von Geschiebssammlern dafür gesorgt ist, dass nicht mehr Geschiebe in die Flüsse gelangen, als sie zu befördern und in unschädlicher Weise zu deponiren vermögen.

Die *ganzen Bachgebiete und ihre Bevölkerung* gewinnen durch die Korrektion und sachgemässe Unterhaltung der Bäche, weil die Gefahren, welche bisher den Gütern, Häusern, Brücken und Strassen etc. drohten, verschwinden oder doch sehr vermindert werden, der Entstehung neuer unproduktiver Flächen im Erosionsgebiet und auf dem Schuttkegel vorgebeugt wird und die Verluste am Ertrag, sowie die Kosten für Wiederherstellung geschädigter Objekte wegfallen oder doch reduzirt werden.

Mit der grösseren Sicherheit des Besitzes wächst die Freude an demselben und damit die Lust zu einer intensiveren Bewirthschaftung und Benutzung; der Ertrag der Grundstücke steigt, die Wohnungen werden wohnlicher und gesunder, der Verkehr auf den Strassen und Brücken bleibt ungestört, der Wohlstand der Bevölkerung hebt sich, und das Gefühl, ein gegen Elementarereignisse sicheres Heimwesen zu besitzen, erhöht den Unternehmungsgeist.

Wenn in einzelnen oder gar in vielen Bachgebieten an die Stelle der Verminderung des produktiven Bodens eine Vermehrung desselben tritt und die Muthlosigkeit durch die Hoffnung auf eine glückliche Zukunft verdrängt wird, wenn die produktionslose Arbeit ab- und die produktive zunimmt und die Erwerbsthätigkeit und mit ihr der Wohlstand der Bevölkerung sich mehrt, dann gewinnt nicht nur die betreffende Gegend, sondern *das ganze Land*.

Wo ein derartiger Umschwung in den örtlichen Verhältnissen seinen Grund in der Verbesserung der Wasserabflussverhältnisse hat, ist dessen Einfluss auf grosse Gebiete um so sicherer, als sich die wohlthätige Wirkung der letzteren nicht auf das enge Gebiet, in dem sie ausgeführt wurde, beschränkt, sondern sich auf ganze Flussgebiete erstreckt und nicht nur den Erwerb der Grundeigenthümer steigert, sondern durch Sicherung konstanterer Wasserkräfte und Verminderung der den Wasserwerken drohenden Gefahren auch der Industrie zu gut kommt.

Aus diesen Gründen rechtfertigt es sich auch, *dass die Gemeinden, die Kantone und der Bund sich an den Korrektionsarbeiten in wirksamer Weise betheiligen und die Unterhaltung derselben überwachen und nöthigenfalls unterstützen*. Müsste der daherige Aufwand ausschliesslich auf die

von einer guten Handhabung der Wasserbaupolizei direkten Nutzen ziehenden Grundstücke vertheilt werden, so wäre die Last in den meisten Fällen für deren Besitzer so gross, dass sie ihrem finanziellen Ruin statt grösserem Wohlstand entgegen geführt würden. An Beispielen derart fehlt es leider nicht. Die Kosten für die Korrektion der Bäche und Flüsse sind in der Regel grösser als der direkte Nutzen derselben.

Beiträge an die Korrektionskosten auf allgemeine Rechnung sind um so nöthiger, als leider noch keine Mittel erfunden sind und wohl auch keine erfunden werden, die Bäche so einzudämmen, dass die Arbeit für ein- und allemal gemacht und auf die Dauer gesichert wäre. Man wird sich umsomehr auf Ergänzungs- und Erneuerungsarbeiten gefasst machen müssen, je ungünstiger die Verhältnisse sind und je geringere Sorgfalt auf die Unterhaltung der Bauten verwendet wird. Der letzte Umstand macht eine strenge Ueberwachung des Unterhalts durch den Staat absolut nothwendig und zwar umsomehr, als dessen Vernachlässigung nicht nur zu theuren Neubauten oder solchen gleichkommenden Reparaturen, sondern zu grossen Schädigungen im Bachgebiet und ausserhalb desselben führt.

Solide Ausführung aller Korrektionsarbeiten, rechtzeitige, sachgemässe Ergänzung und sorgfältige Ueberwachung derselben verbunden mit sofortiger Ausbesserung aller — auch der kleinsten — Schäden, sind die besten Mittel, einen guten Erfolg auf die Dauer zu sichern und Zustände herbeizuführen, bei denen sich die Bewohner der bisher gefährdeten Bach- und Flussgebiete ihres Besitzes freuen und des Lebens froh werden können.

II. Die Lawinen.

1. Ursachen, Entstehung und Wirkung der Lawinen.

Das Hochgebirg ist sehr schneereich. Nur die Monate Juni, Juli und August, in trockenen, warmen Sommern auch noch der September, bringen keinen längere Zeit liegenbleibenden Schnee. Während der übrigen acht Monate ist auch der produktive Boden zum grösseren Theil mit Schnee bedeckt und zwar in den höheren Lagen beständig oder doch nur mit kurzen Unterbrechungen.

Die Masse des in diesen langen Wintern fallenden Schnees ist gross. Sie kann — frischgefallen gemessen — bis auf 10 *m* ansteigen, im Durchschnitt mehrerer Jahre und verschiedener Gegenden dürfte sie jedoch kaum höher als auf 5—6 *m* zu veranschlagen sein. Unter normalen Verhältnissen ist die Schneedecke während längerer Zeit selten über 1 *m* hoch. Der frisch gefallene Schnee verhält sich zum Wasser etwa wie 12 : 1, d. h. eine 12 *mm* hohe Schneelage schmilzt zu einer 1 *mm* hohen Wasserschicht zusammen.

Der Schnee ist in der Regel sehr unregelmässig über die Bodenoberfläche vertheilt. Im geschlossenen Wald — namentlich im Nadelwald — liegt viel weniger Schnee am Boden als auf dem offenen Land, überdieses rutscht er nicht und schmilzt langsamer ab. An den gegen den Wind geschützten Stellen häuft er sich schon während des Fallens stärker an als an den dem Winde ausgesetzten. Bleibt der Schnee locker und tritt bei niedriger Temperatur Wind ein, so weht der letztere den ersteren von den exponirten Stellen auf die geschützten, wodurch grosse Unterschiede in der Höhe der Schneelage veranlasst werden (Windsweheten). In den Mulden liegt der Schnee in der Regel in grösserer Masse als auf den Gräten.

Bei der Bewegung des Schnees durch den Wind bilden sich an den äusseren Kanten steil abfallender Felsbänder, sowie am oberen Rande steiler Halden sogenannte Schneeschilde oder Gewächte, welche beim Eintritt von Thauwetter oder aus anderen Gründen einstürzen und die Masse des Schnees am Fuss der Felsen und Hänge in gefahrdrohender Weise mehren.

Da der Schnee keine fest zusammenhängende Masse bildet, so ist die Schneeschicht fortwährenden Veränderungen ausgesetzt. Abgesehen von dem Verwehtwerden, dem Zusammensitzen vermöge des eigenen Gewichts, der Verdunstung und dem Schmelzen, bewegt sich der Schnee, den Gesetzen der Schwere folgend, an allen Hängen abwärts, was man schon an den Rissen in der Schneedecke erkennen kann, welche an den Stellen entstehen, an denen das Gefäll vom sanfteren in das steilere übergeht. Nach dem Abschmelzen des Schnees ist die Wirkung des Abwärtsgleitens desselben leicht zu beobachten. Gras, Unkraut und Sträucher, sowie die jungen Waldpflanzen liegen, bergabwärts gerichtet, am Boden und lose auf letzterem liegende, nicht zu schwere Gegenstände sind von höheren Stellen auf tiefere fortgeschoben worden.

Der Grad der Bewegung des Schnees ist abhängig von der grösseren oder geringeren Neigung der Hänge, von der Beschaffenheit der Bodenoberfläche, dem Zustand und der Masse des Schnees und den Temperaturverhältnissen.

Je steiler die Hänge und je höher die Schneeschicht, desto rascher die Bewegung der letzteren. Bei gleichmässiger Neigung und glatter Bodenoberfläche gleitet der Schnee schneller und gleichmässiger abwärts als auf unebenem Boden. Auf einer Grasdecke rutscht der Schnee leichter als an einem mit Sträuchern bewachsenen Hang; im gut bestandenen Wald bleibt der Schnee ruhig oder bewegt sich nur ganz langsam und mit vielen Unterbrechungen. Auf nassem Boden rutscht der Schnee leichter als auf trockenem und weicher, feuchter Schnee bewegt sich als zusammenhängende Masse rutschend oder rollend, während der trockene in losem Zustande abrieselt und dabei zum Theil verstäubt. Bei milder Witterung herrscht die erste Art der Bewegung vor, bei kalter die letzte.

Bewegt sich der Schnee langsam, so sind die sofort in die Augen fallenden Nachtheile nicht gross. Sie bestehen in Schädigungen an Zäunen und andern Gegenständen und in stellenweiser Verwundung des Bodens etc. Grösser ist der indirekte Schaden, bestehend in der Veranlassung des

säbelförmigen Wuchses der Lärchen und des Niederliegens der Stämme der Alpenerlen und Legföhren.

Kommt der Schnee in raschere Bewegung, so entstehen *Lawinen*, die, wenn sie bis in die Waldregion oder auf bewohnte Terrassen oder bis in die Thäler gelangen, grossen Schaden anrichten können.

Man unterscheidet Staublawinen und Grundlawinen.

Die *Staublawinen* entstehen am häufigsten, wenn es bei kaltem Wetter schneit und der trockene, körnige Schnee sich an den steilen Halden oder auf der schon vorhandenen Schneeschicht nicht zu halten vermag. Er geräth dann in eine rieselnde Bewegung und reisst den auf dem eingeschlagenen Weg vorhandenen losen Schnee mit sich fort. Mit der wachsenden Masse wird die Bewegung beschleunigt, die leichteren Schneekristalle erheben sich in die Luft, während die schwereren sich am Boden fortbewegen. Durch die Bewegung des Schnees wird ein starker Luftdruck erzeugt, ein heftiger Sturm eilt dem fallenden Schnee voraus, der in Wäldern, an einzelnstehenden Bäumen und an Gebäuden grösseren Schaden anrichtet, als der ihm folgende Schnee.

Auch dann, wenn sich der trockene Schnee an den Stellen, auf die er fällt, zu halten vermag, ist die Gefahr der Bildung von Staublawinen bei andauernd kaltem Wetter noch nicht vorbei. Der Wind, von den Felswänden fallender Schnee oder Steine, über den Schnee laufende Thiere, Gebüsch, das sich aufzurichten strebt, etc. können Bewegungen im Schnee veranlassen, die sich zu Lawinen entwickeln und in gleicher Weise niedergehen, wie die während des Schneefalls entstehenden.

Grundlawinen können sich bilden, wenn bei einer Temperatur über 0 grosse feuchte Schneemassen fallen, am häufigsten stürzen sie aber im Frühling, wenn der Föhn den Schnee schmilzt. Der Schnee wird zu dieser Zeit fester und schwerer, das Schmelzwasser gelangt an und in den Boden, erweicht denselben und macht ihn schlüpfrig, der Schnee geräth in Bewegung und gleitet — zuerst langsam, allmälig aber mit wachsender Geschwindigkeit — abwärts, alles, was er auf seinem Wege trifft, mit sich fortreissend und zerstörend.

Wenn niederfallende Schneeschilde, Eiszapfen, Felsstücke etc. Veranlassung zur Bildung von Lawinen geben, so bewegt sich der Schnee im Anfang gewöhnlich rollend, haben jedoch die Walzen einen längeren Weg zurückgelegt, so zerfallen sie und reissen, insofern sie nicht vorher auf einer Terrasse zur Ruhe gelangen, den in der Umgebung liegenden Schnee mit sich, wodurch auch sie zur rutschenden Lawine werden.

862469

Umgekehrt kann der rutschende Schnee auch zum rollenden werden; es geschieht das gerne da, wo das Gefäll vom sanften in ein starkes übergeht.

Schneelawinen entstehen auch, wenn die Schneeschicht am Fusse einer steilen Halde aus irgend welchen Gründen, z. B. durch das Oeffnen der Strassen, angegriffen wird. Der zunächst liegende Schnee verliert seine Stütze und geräth in Bewegung, letztere pflanzt sich nach oben fort, wobei — von unten nach oben vorrückend — grosse Schneemassen in Bewegung gerathen und ähnliche Schädigungen anrichten können, wie die an den hochgelegenen Theilen der Hänge ihren Anfang nehmenden.

Die Grundlawinen veranlassen keinen so starken Luftdruck wie die Staublawinen, schaden daher mehr durch den rutschenden und rollenden Schnee, als durch den ihnen vorauseilenden Wind. Sie treten häufiger und allgemeiner ein als die Staublawinen.

Wenn während des Winters sonnige Tage oder für kurze Zeit milde Luftströmungen eintreten, so schmilzt der Schnee an der Oberfläche und erhält, wenn er nachher gefriert, eine harte Kruste, die für frisch fallenden Schnee eine Unterlage bildet, auf der er leicht in Bewegung geräth. Rutscht nur der frisch gefallene Schnee ab, so ist die Masse selten so gross, dass erheblicher Schaden entstehen könnte, durchbricht er aber die Kruste und reisst auch den alten mit fort, so können auch auf diese Weise grosse Lawinen entstehen.

Die *Eisfälle* am unteren Ende der Gletscher, welche da entstehen, wo das Eis über steile Felswände vorgeschoben wird, richten selten erheblichen Schaden an, weil die Eisschollen in der Regel auf unproduktiven Boden fallen und nur ausnahmsweise weit abwärts rollen.

Im Allgemeinen lässt sich über die *Entstehung und die Folgen der Schneelawinen* Folgendes sagen:

Die Bildung von Lawinen ist an keine bestimmte Zeit gebunden, in der Schneeregion entstehen auch im Sommer solche, weitaus der grösste Theil fällt jedoch im Frühjahr, zur Zeit der Schneeschmelze, ganz besonders bei föhnigem Wetter.

Wo steile Hänge mit der Neigung der Felsschichten zusammenfallen, entstehen mehr Lawinen als auf den Seiten der Berge, an denen die Schichtenköpfe zu Tage stehen, weil die Bodenoberfläche dort glatter und gleichmässiger ist als hier. Im Schiefergebirge sind die Lawinen in der Regel häufiger als im nicht geschichteten, zum Theil aus dem gleichen Grunde, zum Theil, weil der Boden feuchter ist und das Rutschen des Schnees mehr begünstigt.

Die grösste Zahl von Lawinen fällt im felsigen Gebiet, wo sie keinen Schaden anrichten; die grössten Schneemassen führen diejenigen, welche in den von steilen Hängen eingeschlossenen Mulden entstehen, weil sie nicht nur den Schnee mitbringen, der direkt in die Mulde fiel, sondern auch denjenigen, welcher vor und während der Bildung der Lawine in dieselbe rutschte oder geweht wurde.

Der Entstehung der Lawinen sind glatte, stark geneigte Felsplatten und steile Grashänge am günstigsten. Auf den mit Alpenrosen, Heidelbeeren, Alpenerlen u. dgl. bewachsenen Flächen haftet der Schnee fester, letztere können aber die Bildung von Staublawinen begünstigen, weil sie die Schneedecke lockern. Im Innern gut bestockter Wälder können sich keine Lawinen bilden, den von höher gelegenen Stellen gegen sie andringenden vermögen sie dagegen nicht immer Widerstand zu leisten.

Der rutschende und rieselnde Schnee folgt, wie das Wasser, den tiefsten Stellen, schlägt daher von einer und derselben Anbruchstelle aus in der Regel den gleichen Weg ein, die sogenannten *Lawinenzüge* sind in Folge dessen in jeder Gegend bekannt. Rücksichtlich des Wiederkehrens der Lawinen herrscht dagegen geringere Regelmässigkeit. Die einen kommen alle Jahre, oft sogar mehreremal in einem Jahr, andere erscheinen in Zeiträumen von verschiedener Länge und noch andere schlagen bisweilen einen anderen Weg ein als den normalen.

Wo die Lawine zur Ruhe kommt, bildet sich ein sogenannter *Lawinenkegel,* der nicht selten die Bäche staut und den Verkehr auf den Strassen für längere Zeit unterbricht. Durch hohe Lawinenkegel müssen Stollen getrieben werden, um den Verkehr auf den Strassen zu ermöglichen, die Bäche brechen sich gewöhnlich selber Bahn. Die Reste der Lawinenkegel findet man — sogar in tief eingeschnittenen Thälern — nicht selten noch im Herbst.

Der *Schaden,* der durch Lawinen angerichtet wird, ist gross. Er besteht in der Verwundung und allmäligen Wegreissung des Bodens in den Lawinenzügen, in der Ueberschüttung der Ablagerungsstellen mit Steinen, Schutt, Stöcken u. dgl., in der Zerstörung oder Schädigung junger und alter Wälder, in der bereits erwähnten Stauung der Bäche und der Unterbrechung des Verkehrs auf Strassen und Wegen, in der Zerstörung von Ställen und Wohnhäusern und in der Gefährdung des Lebens von Menschen und Thieren; man hat daher volle Veranlassung, alle Massregeln zu ergreifen und durchzuführen, welche geeignet sind, den Gefahren vorzubeugen und die Entstehung gefährlicher Lawinen zu verhindern.

2. Mittel zur Verminderung der Schädigungen durch Lawinen.

Im Innern befriedigend bestockter Waldungen entstehen, wie bereits erwähnt, keine Lawinen, überdies vermögen sie diejenigen zu vertheilen und aufzuhalten, welche sich in höheren Lagen bilden, insofern sie bei ihrer Ankunft im Wald noch keine grosse Geschwindigkeit erlangt haben und nicht aus zu grossen Schneemassen bestehen. In den Waldungen liegt daher ein wirksames Mittel, den Schädigungen durch Schneelawinen vorzubeugen.

Den Gebirgsbewohnern war der Einfluss der Waldungen auf die Lawinen schon von Alters her bekannt; sie schonten und bannten die Wälder, welche die Hänge ob den von Schneeabrutschungen gefährdeten Ortschaften, Häusern, Strassen und werthvollen Gütern deckten. Die zu diesem Zwecke aufgestellten Bannbriefe reichen auf mehr als 500 Jahre zurück und bedrohen die Uebertretung der in denselben enthaltenen Verbote mit hohen Strafen.

Leider war der Schutz, den man den *Bannwäldern* angedeihen liess, ein ungenügender; man verhinderte wohl den Bezug von stehenden und liegenden Stämmen und Stauden, überhaupt jede Holznutzung, nicht aber die Ausübung der Weide und das Streusammeln. Von einer Verbesserung der Bannwälder durch Anpflanzung oder andere wirthschaftliche Massregeln ist in den Bannbriefen keine Rede. Bis auf die neueste Zeit gehörten Pflanzungen oder andere die Verjüngung begünstigende Arbeiten zu den seltenen Ausnahmen.

Die Folgen dieser passiven Waldpflege konnten nicht ausbleiben, die Bannwaldungen blieben ohne Nachwuchs, die vorhandenen Bäume wurden allmälig alt und verloren theilweise ihre Widerstandsfähigkeit, der Wald selbst vermochte an manchem Ort seine Aufgabe nicht mehr vollständig zu erfüllen.

Trotz der dem Zweck nicht ganz entsprechenden Behandlung der Bannwälder haben die Gebirgsbewohner den Bannbriefen viel zu verdanken. Gar manche Gefahr ist durch die Bannwaldungen vom Eigenthum und Leben der Menschen abgewendet worden und viele Wälder haben ihre Erhaltung dem auf sie gelegten Bann zu verdanken.

Ihrer grossen Mehrzahl nach wachten die Eigenthümer der Bannwaldungen ängstlich über den Schutz derselben gegen die Axt und wo sie, durch langes Ausbleiben von Lawinenschaden sorglos gemacht, Hand an dieselben legten und sie durch starke Holzbezüge schwächten oder zerstörten, blieb die Strafe nicht lange aus. Der Abholzung oder zu

starken Lichtung folgten die Lawinen, welche durch ihre Schädigungen an Grundstücken, Ställen, Wohnhäusern und Menschenleben ernstlich zur Vorsicht mahnten. Sehr eindringlich wurden die Tessiner, die für die Erhaltung der Wälder weniger besorgt sind, als ihre Nachbarn auf der Nordseite der Alpen, an die Schonung der Bannwälder gemahnt. Der im Monat Januar des Jahres 1863 im Kanton Tessin, namentlich im Bedrettothal, durch Lawinen angerichtete Schaden wurde auf 675,000 Fr. geschätzt.

Unter solchen Verhältnissen kann man sich nicht darüber wundern, dass die sich im Schutze der Bannwälder vor Lawinengefahr sicher fühlenden Thal- und Bergbewohner gegen den Vorschlag der Förster, die Bannwaldungen zu Gunsten ihrer Verjüngung vom liegenden und stehenden dürren Holz zu reinigen, Bedenken erhoben und denselben als eine unverantwortliche Verletzung der Bannbriefe betrachteten. Die diessfälligen Bedenken weichen indessen allmälig besserer Einsicht. — Dass ein mit jungem Holz unterwachsener alter Wald besser geeignet sei, die Bewegung des Schnees zu hindern als ein nur aus alten, zum Theil kranken und schadhaften Bäumen bestehender, kann jedem denkenden Menschen begreiflich gemacht werden und dass ein Wald ohne Nachwuchs seine Widerstandskraft allmälig verlieren müsse und schliesslich seinen Zweck nicht mehr erfüllen könne, kann Niemand bestreiten, der weiss, dass auch die Bäume dem Tode nicht entgehen.

Vorsicht ist indessen bei der Behandlung der Bannwälder absolut nothwendig, eine starke Lichtung bevor — wenigstens stellenweise — ein junger Bestand nachgewachsen und widerstandsfähig geworden ist, könnte zu grossen Uebelständen führen. In erster Linie hat man sich darauf zu beschränken, das am Boden liegende sowie das noch stehende dürre Holz wegzunehmen. Im untern Theil des Waldes ist dabei, insofern derselbe bergaufwärts eine bedeutende Längenerstreckung hat, in gewohnter Weise zu verfahren, im oberen dagegen — namentlich in der Nähe der oberen Grenze — sind meterhohe Stöcke stehen zu lassen und die wertlosen Stämme so hinter dieselben zu legen, dass sie so viel möglich in der Richtung der Horizontalen liegen und als Schutzwehr gegen den in Bewegung gerathenden oder aus höheren Lagen andringenden Schnee dienen.

Stellt sich nach der Räumung der Bannwälder vom dürren Holz kein oder nur ungenügender Nachwuchs ein, so sind in den Lücken Saaten oder Pflanzungen mit den für die Lokalität passenden Holzarten — in der Regel Fichten, Lärchen und Arven — auszuführen. Die später vorzunehmende Lichtung des lebensfähigen Bestandes ist lieber horstweise

als gleichmässig zu bewirken. Dabei ist wohl darauf zu achten, dass die zu hauenden Lücken nicht zu gross gemacht und nicht in der Richtung des Wasserabflusses untereinander zu liegen kommen, weil in diesem Falle Gassen entstehen könnten, die dem Schnee den Durchpass gestatten und die Zerstörung des Waldes zur Folge haben würden.

Bei den Lichtungen ist zwar der Nachwuchs möglichst zu begünstigen, also — so weit thunlich — frei zu stellen, wenn er unter der Beschattung leidet, vergessen darf man aber dabei nie, dass die Erhaltung des Waldes in einem widerstandsfähigen Zustande die Hauptaufgabe bildet und die Rücksicht auf die Förderung des Wachsthums des Nachwuchses in zweifelhaften Fällen derjenigen auf Sicherung der Widerstandsfähigkeit untergeordnet werden muss. In dieser Richtung ist im oberen Theil der Bannwälder Vorsicht besonders nöthig.

Die Weide- und Streunutzung ist in den Bannwäldern ganz auszuschliessen, weil deren Ausübung die Verjüngung ausserordentlich erschwert und verzögert, unter ungünstigen Verhältnissen sogar ganz unmöglich macht.

Auch die Legföhren und Alpenerlenbestände sind schonend zu behandeln. Der Aushieb nutzbaren Holzes ist in ähnlicher Weise zu reguliren wie im hochstämmigen Wald, ausgedehnte kahle Abräumungen sind zu verhindern. Bei der Verjüngung derselben ist, so weit es die Standortsverhältnisse erlauben, die Erziehung hochstämmiger Holzarten (Fichten, Lärchen, Arven, Bergkiefern) durch Einpflanzung derselben anzustreben, weil diese die Aufgabe besser erfüllen und grössere Erträge geben als niederliegende. Durch den Schutz, den die Legföhren und Alpenerlen den jungen Pflanzen hochstämmiger Holzarten gewähren, wird deren Erziehung wesentlich erleichtert.

Die Erweiterung der Bannwälder nach oben und seitwärts, sowie die Anlegung neuer Schutzwälder in lawinengefährlichen Lagen gehört in ein folgendes Kapitel.

Obschon der Wald von jeher als Hauptschutzmittel gegen Lawinen betrachtet wurde, suchten sich die Menschen auch auf andere Weise gegen Schädigungen durch dieselben zu schützen.

Das nächst gelegene Schutzmittel bestund und besteht darin, die Baustelle für die an gefährdeten Orten zu erbauenden Häuser und Ställe so zu wählen, dass sie im Terrain selbst die unentbehrliche Sicherstellung finden. — Hieher gehört die Anlehnung der Gebäude an auf der Bergseite liegende, grosse Felsblöcke, die geeignet sind, die andringenden Schneemassen zu vertheilen und rechts und links abzuleiten, sowie das

Einbauen des bergseits gelegenen Haustheiles in den Abhang, so dass die Lawinen keine Wände treffen können, sondern über das Dach hinweg und seitwärts am Hause vorbei gehen müssen.

Da sich hiezu nicht überall Gelegenheit bietet, so wurden schon früh zum Schutz von Wohnhäusern und Ställen Bauten ausgeführt, welche die Theilung der Lawinen bezwecken. Diese Bauten bestehen aus Erdhügeln und Steinanhäufungen oder in aus Trockenmauerwerk erstellten, beziehungsweise mit solchem bekleideten Erhöhungen. Sie werden auf der Bergseite der Gebäude in Form einer liegenden Pyramide an den Gibel derselben angelehnt und unmittelbar am Haus bis zur Höhe der Dachfirst aufgeführt. Derartige Schutzbauten heissen „Spaltecke“, „Abwurf“, „Pfeil“ etc. und leisten ganz gute Dienste.

Zum Schutz von Weilern und gefährdeten Theilen der Dörfer wurden hie und da Spaltecken oder Mauern unabhängig von den Gebäuden erstellt. Derartige Bauten müssen oberhalb der zu schützenden Orte so aufgeführt werden, dass sie die Lawinen theilen und den Schnee nach Stellen ablenken, an denen er keinen grossen Schaden anrichten kann. Bestehen solche Vorkehrungen aus Spaltecken, so müssen in passender Vertheilung neben- und übereinander so viele erstellt werden, dass sie das zu schützende Gebiet decken.

Auch zum Schutz der Strassen gegen die Ueberschüttung durch Schneelawinen führt man, seitdem die Bergstrassen besser angelegt und für die Sicherung des Verkehrs auf denselben mehr gethan wird, Bauten aus, welche die Bestimmung haben, die Lawinen unschädlich über dieselben hinwegzuleiten.

Diese Bauten werden *Galerien* genannt und erstellt, indem man entweder die Strassen in die Felswände legt oder sie überbrückt. Im ersten Falle entstehen Halbgalerien oder Tunnel, je nachdem die Felswand nur als überhängendes Dach stehen bleibt oder auch auf der äusseren Seite derselben eine Wand erhalten wird. Beide leisten gute Dienste, wenn der Fels solid ist, also keine Einstürze zu befürchten sind, entspricht er dieser Anforderung nicht, so müssen die Galerien in angemessener Weise verstärkt werden.

Wo die Verhältnisse der Herstellung und Erhaltung solcher Felsengalerien nicht günstig sind, müssen die Strassen in den Lawinenzügen durch Kunstbauten überdeckt werden. Als Baumaterial werden Steine oder Holz benutzt. Erstere sind letzterem vorzuziehen, weil sie widerstandsfähiger und solider sind. Alle Galerien schützen auch gegen Steinschläge und Murgänge.

Wo die Anbringung von Galerien nicht möglich ist, oder unverhältnissmässig grosse Kosten veranlasst, begnügt man sich mit der Anbringung von Nischen, die den Fussgängern Gelegenheit bieten, sich gegen abrutschenden Schnee zu schützen.

3. Mittel zur Verhinderung der Entstehung der Schneelawinen.

Die im vorigen Kapitel besprochenen Bauten haben den Zweck, die schädlichen Wirkungen der fallenden Lawinen zu verhindern oder doch zu vermindern, besser und wirksamer wäre es aber, wenn man der Entstehung derselben vorbeugen könnte. Versuche hiezu wurden schon vor längerer Zeit mittelst Anlegung von Horizontalgräben oder Terrassen an den Stellen, wo die Lawinen entstehen, gemacht, sie blieben aber bis auf die neuere Zeit vereinzelt und wurden nur ausnahmsweise in dem Umfang und in der Art ausgeführt, dass sie ihren Zweck vollständig und dauernd erfüllen konnten.

Gegen das Ende der 1860er Jahre wurde die Verbauung der Lawinen — namentlich in den Kantonen Graubünden und Wallis — ernstlicher an die Hand genommen, man hatte daher Gelegenheit über die Konstruktion der Bauten und deren Wirkung Erfahrungen zu sammeln, die als günstig bezeichnet werden dürfen und zu umfassender Anhandnahme dieser Arbeiten ermuntern.

Alle Vorkehrungen, welche den Zweck haben, die Entstehung der Lawinen zu verhindern oder mit andern Worten, den Schnee an der Stelle festzuhalten, auf die er gefallen ist, müssen darauf gerichtet sein, die Bodenoberfläche so zu gestalten, dass der Schnee am Abwärtsrutschen verhindert wird. Es handelt sich also darum, die geneigte Ebene der Anbruchstelle in horizontaler Richtung zu unterbrechen und dem Schnee feste Stützpunkte zu verschaffen.

Wie bereits erwähnt, bestunden die ersten, diesen Zweck anstrebenden Vorkehrungen in der Anfertigung von *Horizontalgräben*. Solche Gräben bilden mit dem auf ihrer untern Seite in Form eines Walles angehäuften Grabenauswurf ein gutes Mittel, das Rutschen des Schnees zu erschweren, sie leiden aber an Uebelständen, welche ihre Wirksamkeit schwächen und die Erhaltung des Bodens an steilen Hängen gefährden. Die nächstliegenden Uebel bestehen im Abfrieren und Einsinken der Grabenwände und im Verschobenwerden des aus dem Grabenaushub bestehenden Walls. Beide Uebelstände veranlassen bedeutende Unterhaltungskosten und schwächen die Wirkung der Gräben. Eine nicht zu unter-

schätzende Gefahr der Horizontalgräben an steilen Hängen besteht darin, dass sich das Wasser beim Schmelzen des Schnees, bei Regenwetter und Gewittern in denselben sammelt, den Boden erweicht und das Abrutschen desselben veranlasst. Man hat daher bei den neueren Verbauungen auf die Anlegung von Gräben verzichtet und darf dieses Mittel auch in Zukunft nur da anwenden, wo keine Bodenabrutschungen zu befürchten sind.

Ein sehr nahe liegendes, ebenfalls früher schon angewendetes Mittel zur Verhütung oder doch Erschwerung der Rutschung des Schnees liegt in *der Terrassirung der Anbruchstellen*. Im lockeren Boden können indessen die Terrassen, wenn sie nicht sorgfältig hergestellt und unterhalten werden, ähnliche Uebelstände herbeiführen, wie die Gräben, weil sich der obere und untere Rand derselben verflacht, die Ebene also schmäler und wirkungsloser wird, am bergseitigen Rand wohl auch Wasseransammlungen bilden und Verrutschungen veranlassen. Die Terrassirung ist daher im lockeren Boden nur insoweit zu empfehlen, als man deren Nachtheile beseitigen und ihre Wirkung durch andere Vorkehrungen steigern kann. Im felsigen Terrain leisten Terrassen gute Dienste, weil sie hier haltbar sind und keine Rutschungen verursachen. Eignet sich das bei der Terrassirung gewonnene Material zur Aufführung niederer Trockenmauern und erstellt man solche am äusseren Rande der horizontal verlaufenden, auch ihrer Breite nach wagrecht gelegten Streifen, so erzielt man den wirksamsten Schutz gegen das Abrutschen des Schnees.

Bei den in neuerer Zeit ausgeführten Lawinenverbauungen wurden in der Regel Pfahlwehren und Trockenmauern erstellt, bald nur erstere oder nur letztere, bald beide auf der nämlichen Anbruchstelle.

Die *Verpfählungen (Pfahlwehren)* sind da anzuwenden, wo eine lange Dauer der Schutzbauten nicht absolut nothwendig erscheint, weil der gleichzeitig anzubauende oder zu ergänzende Wald deren Aufgabe bald übernehmen kann. Sie sind hier besonders dann empfehlenswerth, wenn das erforderliche Pfahlholz in der Nähe zu finden ist, gute Steine dagegen fehlen oder nur mit grossen Kosten herbeigeschafft werden könnten.

Die *Trockenmauern* sind dagegen für alle Verbauungen ob der Waldgrenze den Pfählen umsomehr vorzuziehen, als hier ohne Ausnahme eine lange Dauer höchst wünschenswerth ist, die Mauern des schwierigen Holztransportes wegen nicht viel mehr kosten als Pfahlwehre und dem andringenden Schnee einen kräftigeren Widerstand entgegensetzen. Wo Steine in ausreichender Menge und guter Qualität vorhanden sind, verdienen die Mauern vor den Holzzäunen entschieden den Vorzug, ganz besonders dann, wenn die Pfähle der Flachgründigkeit des Bodens wegen

nicht tief eingeschlagen werden können. Auf festem Felsen können Verpfählungen nicht ausgeführt werden, weil die Befestigung der Pfähle zu grosse Kosten veranlasst und daher nicht in ausreichender Weise erfolgt.

Mit allen Lawinenverbauungen, die man unter der obern Baumgrenze auf produktivem Boden ausführt, muss *die Aufforstung der Anbruchstellen und ihrer Umgebung* verbunden werden. Im Schutze der Zäune und Mauern gedeihen die jungen Waldbäume und übernehmen späterhin die Funktionen der Schutzbauten in der wirksamsten, wohlfeilsten und dauerndsten Weise. Alle in der Waldregion liegenden, von Schneelawinen bedrohten Flächen sollten durch Schutzbauten sicher gestellt und aufgeforstet werden.

4. Einleitung und Projektirung der Lawinenverbauungen.

Aus den Beobachtungen und Erfahrungen, welche man während und nach der Ausführung der bisher erstellten Lawinenverbauungen gemacht hat, darf man unbedenklich den Schluss ziehen, dieselben erfüllen — gut ausgeführt — ihren Zweck und veranlassen keine unverhältnissmässig grossen Kosten.

Wenn sich diese Ueberzeugung in Folge allgemeineren Bekanntwerdens der Erfolge beim einsichtigeren Theil der Gebirgsbewohner Bahn bricht, so wird die Anregung zur Verbauung der Schneelawinen von diesem ausgehen und dann ohne grosse Schwierigkeiten durchgeführt werden können, so lange das aber nicht der Fall ist, bleibt es Sache der Behörden, namentlich der Förster, die erforderlichen Arbeiten anzuregen, die Bevölkerung über die Vortheile und die Art der Ausführung derselben zu belehren und auf deren Anhandnahme zu dringen.

Soll eine Schneelawine verbaut werden, so ist zunächst die Anbruchstelle zu ermitteln und die Beschaffenheit der Oberfläche und des Bodens derselben zu untersuchen, dann ein Projekt und ein Kostenvoranschlag für deren Verbauung aufzustellen und hierauf die Frage zu prüfen, ob die Kosten mit den zu erwartenden Vortheilen in einem richtigen Verhältniss stehen oder nicht.

Die Beantwortung dieser Frage wird abhängig sein von:

1. dem Schaden, den die Lawine auf ihrem Weg und an der Ausschüttungsstelle bisher anrichtete oder in Zukunft anzurichten droht;

2. den Kosten, welche die Verbauungsarbeiten und die zukünftige Unterhaltung derselben veranlassen;
3. dem von der Verbauung zu erwartenden Erfolg.

Wenn die in Frage liegende Lawine Wohnhäuser und Verkehrswege — also auch Menschenleben — bedroht, so muss sie auch dann verbaut werden, wenn die mit in Geld veranschlagbaren Faktoren ausgeführte Rechnung ein ungünstiges Resultat zeigt. Die Menschen müssen vor den ihre Gesundheit und ihr Leben bedrohenden Gefahren wo immer möglich geschützt werden.

Wenn dagegen nur der Ertrag einzelner Grundstücke oder die Sicherheit verlegbarer Gebäude in Frage kommt, dann ist die Vergleichung der für die Bauten und deren Unterhalt erforderlichen Kosten mit dem zu erwartenden Nutzen für die Beantwortung der Frage: Soll verbaut werden oder nicht? massgebend.

Hätte die Lawine zwar bisher keinen grossen Schaden angerichtet, würde sie aber einen für das unter ihm liegende Gelände wichtigen Schutzwald zu lichten oder gar zu zerstören drohen, so dürfte nicht ängstlich gerechnet werden, weil unter solchen Verhältnissen die Gefahr in Zukunft gross werden könnte.

Wo die Anbruchstelle unter der oberen Waldgrenze liegt und mit produktivem Boden bedeckt ist, die Bauten also sofort durch Waldanpflanzungen verstärkt werden können, stehen der Verbauung weniger Bedenken entgegen, als unter umgekehrten Verhältnissen, weil der nachwachsende Wald den Schutz bald selbst übernimmt, also keine bleibende Last für den Unterhalt der Pfahlreihen und Mauern erwächst. Von der Aufforstung können überdieses direkte Vortheile erwartet werden, indem der Wald in Zukunft nicht nur gegen Lawinen schützt, sondern auch Erträge gibt.

Wenn dagegen die Anbruchstelle über der Waldregion liegt oder felsig ist, erscheint grössere Vorsicht geboten, weil die Kosten für die Anlage und den Unterhalt hoch sind und der Boden in der Regel unproduktiv bleibt.

Aus dem Gesagten folgt, dass:

1. Die Verbauung aller Lawinen, welche bewohnte Gebäude und Verkehrswege bedrohen und in Folge dessen das Leben von Menschen gefährden, auch dann ausgeführt werden sollte, wenn sich die Kosten hoch stellen und die Bauten dauernd unterhalten werden müssen;

2. auch dann in gleicher Weise verfahren werden sollte, wenn die Lawinen wichtige Schutzwaldungen bedrohen oder wenn durch deren Verbauung die Anlegung solcher ermöglicht wird;
3. die Verbauung von dem Ergebniss der Vergleichung der Bau- und Unterhaltungskosten mit dem zu erwartenden Nutzen abhängig zu machen ist, wenn es sich um Lawinen handelt, die nur den Ertrag einzelner Grundstücke schmälern oder nur versetzbare Hütten und Ställe zu beschädigen drohen.

Die angeregten Vorfragen sind unter Zuziehung eines Sachverständigen zu prüfen und zu beantworten.

Fällt die Antwort zu Gunsten der Ausführung der Verbauung aus, so ist zu untersuchen, wer bei derselben betheiligt sei. Bei dieser Untersuchung wird man von dem Grundsatze ausgehen müssen, dass in erster Linie die Eigenthümer derjenigen Grundstücke, in denen die Lawine entsteht, durch die sie ihren Weg nimmt und auf denen sie zur Ruhe gelangt, betheiligt seien, in zweiter Linie hätten Alle mitzuwirken, welche durch dieselbe indirekt — namentlich durch die sie begleitende Luftströmung — geschädigt werden und in dritter haben die Gemeinden und der Staat, in deren Aufgabe es liegt, für die öffentliche Sicherheit zu sorgen und das Wohl der Bevölkerung zu fördern, volle Veranlassung, derartige Unternehmungen zu fördern und zu unterstützen.

Dass alle in erster und zweiter Linie Betheiligten zur Berathung und Beschlussfassung über die Ausführung der Projekte zugezogen werden müssen, versteht sich von selbst. Bei der Einleitung und Abhaltung der zu diesem Zwecke nothwendigen Versammlungen, sowie bei der Fassung und Ausführung der Beschlüsse wäre in ähnlicher Weise vorzugehen wie bei der Korrektion der Wildbäche. Auch die Beitragspflicht müsste nach den für die Lösung jener Aufgabe aufgestellten Grundsätzen geordnet werden. Es wird daher auch für die Verbauung der Lawinen die Bildung von Korporationen nöthig, welche der Aufsicht der Staats- und Gemeindsbehörden zu unterstellen sind.

Diesen Behörden sind auch die Bauprojekte und Kostenvoranschläge zur Prüfung und Genehmigung vorzulegen. — Wenn auch die Verbauung der Schneelawinen einfacher ist und in der Regel nicht die grosse Bedeutung hat, wie die Korrektion gefährlicher Bäche, so erscheint es doch wünschbar, dass der Ausführung der Arbeiten eine sorgfältige Prüfung der Projekte vorausgehe. Ueberdieses werden die Gemeinds-, Kantons- und Bundesbehörden nur dann zur Zusicherung und Ausbezahlung von Beiträgen an die Kosten bereit sein, wenn sie sich davon überzeugen können, dass dieselben in zweckentsprechender Weise verwendet werden.

Ist die Verbauung eines Lawinengebietes definitiv oder mit dem Vorbehalt, dass die Kosten den zu erwartenden Nutzen nicht übersteigen, beschlossen, so ist ein Verbauungsprojekt und ein Kostenvoranschlag aufzustellen. Die Lösung dieser Aufgabe ist einem Sachverständigen zu übertragen.

Kann man der Aufstellung eines definitiven Verbauungsprojektes die Aufnahme eines Situationsplanes mit Horizontalkurven über die Anbruchstelle und ihre Umgebung vorausgehen lassen, so wird dadurch die Lösung der Aufgabe und die Beurtheilung des Projektes wesentlich erleichtert, unbedingt nothwendig ist aber die Planaufnahme nicht. Die Hauptsache ist, dass ein Sachverständiger die auszuführenden Bauten an Ort und Stelle aussteckt und deren Konstruktion unter sorgfältiger Berücksichtigung der Terrain- und Bodenverhältnisse genau feststellt.

Bei der *Projektirung der Verbauungsarbeiten* kommt zuerst die Ermittlung und Begrenzung der Anbruchstelle in Betracht. Ortskundige Männer können zu deren Bezeichnung die besten Dienste leisten. Die Angaben derselben dürfen jedoch für den mit der Anfertigung des Projekts Betrauten nicht allein massgebend sein, weil auch bei grösster Gewissenhaftigkeit Täuschungen leicht unterlaufen. Die Entstehung einer Lawine kann nur selten in der Nähe der Anbruchstelle beobachtet werden, man muss sich damit begnügen, letztere nach Eintritt der Beruhigung des Schnees vom Thal oder gegenseitigen Hange aus zu ermitteln, wobei Irrungen und Täuschungen leicht möglich sind.

Eine sorgfältige Prüfung der Gestaltung der Bodenoberfläche auf der vorläufig bezeichneten Anbruchstelle und ihrer Umgebung durch den Sachverständigen ist daher unbedingt nöthig und wird in der Regel zu richtigem Erkennen der gefährlichsten Stellen führen. — Ist man über die obere Grenze der Anbruchstelle im Zweifel, so dehnt man die Bauten lieber etwas zu hoch hinauf aus, als dass man unter derselben zurückbleibt. Die Verhinderung der ersten Anfänge des Rutschens ist vom grössten Einfluss. Den gleichen Grundsatz sollte man auch mit Beziehung auf die seitlichen Grenzen der Anbruchstelle anwenden.

Bei der Aussteckung der Pfahlreihen, Mauern und Terrassen befolge man die Regel, dieselben nicht in langen, ununterbrochenen Linien fortlaufen zu lassen, sondern sie — je nach der Beschaffenheit des Terrains — von Strecke zu Strecke zu unterbrechen und für den Schutz in den Zwischenräumen dadurch zu sorgen, dass man unter denselben in halber Entfernung des normalen Abstandes Bauten ausführt, welche die Lücken vollständig decken. (Fig. 53.)

Die Entfernung der Pfahlreihen, Mauern und Terrassen von einander richtet sich nach dem Neigungswinkel und der Beschaffenheit der Bodenoberfläche der Hänge. Sie muss so gewählt werden, dass in den Zwischenräumen keine raschrutschende Bewegung des Schnees eintreten, also kein die Widerstandsfähigkeit der Schutzbauten übersteigender Druck auf dieselben wirken kann. Die Hänge neben der Anbruchstelle, auf denen der Schnee liegen bleibt, geben für die Wahl der Entfernung die besten Anhaltspunkte. Der Neigungswinkel zwischen der Krone der untern Baute und dem Fusse der nächst oberen soll denjenigen nicht übersteigen, bei dem der Schnee an Hängen mit gleicher Beschaffenheit der Bodenoberfläche sich im Gleichgewicht zu erhalten vermag, d. h. nicht in eine rasch gleitende Bewegung geräth. An gleichmässig fallenden Hängen können demnach die Schutzbauten in gleich grossen Entfernungen erstellt werden, während man sie an ungleich geneigten auf den steileren Stellen enger an- und auf den flachen weiter auseinander legen muss. In den Mulden sollte man bei gleicher Neigung und ähnlicher Beschaffenheit der Bodenoberfläche die Schutzbauten näher zusammenrücken als auf den Rücken, weil sich der Schnee in ersteren in grösseren Massen anhäuft und der Boden feuchter ist als auf letzteren. Wo der Schnee auf den Rücken regelmässig weggeweht wird, sich also nie zu grossen Massen ansammelt, kann man die Schutzvorkehrungen ganz entbehren. Glatte Grashänge und Felsplatten fordern ein engeres Zusammenrücken der Schutzbauten als rauhe, unebene oder mit Gesträuch und Bäumen bewachsene Halden.

Alle Schutzbauten sind in der Richtung der Horizontalen anzulegen, damit eine gleichmässige Vertheilung des Drucks stattfindet.

Wo flachere Stellen mit steileren wechseln, sind die Zäune und Mauern an den unteren Rand der flacheren Partieen zu stellen, weil sich mehr Schnee hinter denselben anhäufen kann ohne einen allzustarken Druck auf die Schutzbauten auszuüben, als wenn man sie dem Fusse der steileren nähert.

Pfähle und Mauern müssen auf der Bergseite 0,80 bis höchstens 1 *m* über die Bodenoberfläche hinausreichen. Erlaubt es die Steilheit des Hanges, bergseits der Mauern oder Pfahlreihen eine ca. 50 *cm* breite Berme zu erstellen, so wird die Wirkung derselben gesteigert, weil man dadurch mehr Raum und einen festeren Fuss für den Schnee gewinnt. (Fig. 49 *a* und *b*.) Die Mauern müssen gut fundamentirt werden und erhalten auf der Thalseite einen Anzug von ca. $^1/_5$—$^1/_4$ oder 20—25 % der Höhe über dem Boden. Die 9—12 *cm* starken Pfähle sind mindestens zu $^2/_5$, besser aber bis zur Hälfte ihrer Länge in den Boden zu schlagen und 50—75 *cm* auseinander zu halten. (Fig. 47 *a* und *b*.)

Ist ein tiefes Einschlagen der Pfähle der Beschaffenheit des Bodens wegen nicht möglich, so ist in geeigneter Weise für die Erhaltung der senkrechten Stellung und Widerstandsfähigkeit derselben zu sorgen. (Fig. 48 *a* und *b*, und 49 *a* und *b*.)

Sollen die Zäune und Mauern auch gegen Staublawinen Schutz gewähren, so müssen sie um 30—50 % höher gemacht werden.

Kann man die Mauern und Pfahlreihen an feste Punkte — Felsblöcke, starke Bäume, Stöcke etc. — anlehnen, so sollte man das nicht versäumen, weil sie dadurch an Solidität und Widerstandskraft gewinnen.

Wo Bauten unter Felsblöcken oder Felsbändern erstellt werden müssen, darf man sie nicht zu nahe an den Fuss derselben heranrücken, weil sonst der ab letzteren fallende Schnee zwischen Fels und Schutzbaute keinen genügenden Raum finden würde. Mit besonderer Sorgfalt sind die Mauern oder Zäune zu erstellen, welche an der oberen Kante starker Gefällsbrüche errichtet werden müssen.

Auch zur Verhinderung des Ansetzens von Schneeschilden können Mauern und Zäune gute Dienste leisten. Zu diesem Zwecke sind sie hinter der Ansatzstelle, d. h. auf der Windseite derselben zu erstellen und hoch genug zu machen, damit der Schnee nicht in grossen Massen über dieselben hinweggeweht wird.

In felsigen und flachgründigen Mulden, durch die der Schnee abrutscht (Lawinenzüge), kann man statt Pfahlreihen oder Trockenmauern sogenannte *Schneebrücken* erstellen. Sie bestehen aus einem quer über die Mulde gelegten Baumstamme von entsprechender Länge und Tragfähigkeit, der an beiden Enden gut befestigt und, so weit er hohl liegt, in ausreichender Weise gestützt wird. Auf diesen Stamm werden in Entfernungen von ca. 25 *cm* Querhölzer gelegt, die auf der Bergseite auf dem Felsen oder in der Erde ruhen und auf der Thalseite auf dem Tragbalken festgenagelt werden. Sie erhalten eine mässige Neigung gegen den Berg. (Fig. 52 *a* und *b*.)

Für Terrassen, welche man zur Verhinderung der Schneeabrutschung erstellt, genügt eine Breite von ca. 50 *cm*, wenn man auf der Thalseite eine niedere Trockenmauer oder einen widerstandsfähigen Wall erstellen kann. Ist letzteres wegen Mangel an geeignetem Material nicht möglich, so sollten sie 1 *m* breit gemacht werden und zwar auch dann, wenn das bei ihrer Herstellung gewonnene Material am äusseren Rand derselben als loser Damm angehäuft wird.

Für die Anfertigung der Voranschläge mögen folgende Zahlen als Anhaltspunkte dienen.

Zurichten und Einschlagen eines Pfahls, ohne Berücksichtigung des Holzwerthes und unter der Voraussetzung, dass der Transport nicht auf grosse Entfernung stattfinden müsse 50—70 Cts.

Wenn die Pfähle in felsiger Unterlage befestigt werden müssen, so steigern sich die Kosten bedeutend.

Trockenmauerwerk, ebenfalls unter der Voraussetzung, dass sich die Steine in der Nähe befinden und nicht bezahlt werden müssen, und dass die Aufhebung der Fundamente keine grossen Schwierigkeiten biete, per Kubikmeter 4—6 Fr.

Terrassirung — je nach der Beschaffenheit des Baugrundes — per Kubikmeter des abzuhebenden Materials 0,6—4 Fr.

Erstellung von Schneebrücken, excl. Werth des Holzes Fr. 1. 70 bis Fr. 2 per Längenmeter.

Aufforstung mit 4—6jährigen Nadelholzpflanzen, excl. Werth der Pflanzen, per 100 Stück Fr. 1. 50 bis Fr. 3, incl. Erziehungskosten der Pflanzen 3—6 Fr.

5. Ausführung und Unterhaltung der Lawinenverbauungen.

Bei der Einfachheit der Vorkehrungen zur Verhinderung der Schneeabrutschungen bedarf es keiner grossen Kunstfertigkeit für deren Ausführung. Tüchtige, rüstige Erd- und Waldarbeiter sind bei guter Leitung im Stande, alle erforderlichen Arbeiten mit den einfachsten Geräthen und Werkzeugen auszuführen. Ein intelligenter, mit der Ausführung ähnlicher Arbeiten vertrauter Aufseher, resp. Vorarbeiter sollte jedoch jeder Arbeiterrotte vorgesetzt und für gute, vorschriftsmässige Ausführung der Arbeiten verantwortlich gemacht werden.

Da die Arbeitsplätze in der Regel weit von den bewohnten Ortschaften entfernt sind und nur mühsam zu begehende Wege zu denselben führen, die Arbeiter also am Abend nicht in ihre Wohnungen zurückkehren und am Morgen gleichwohl wieder rechtzeitig bei der Arbeit erscheinen können, so müssen — insofern nicht geräumige Sennhütten und Ställe in der Nähe vorhanden sind — Arbeiterhütten erstellt werden, in denen die Arbeiter bei Nacht und bei schlechtem Wetter Schutz finden und ihr Essen zubereiten und geniessen können. Die Kosten für die Erstellung solcher Hütten fallen der Unternehmung zur Last. — Der grösseren Auslagen wegen, welche der Aufenthalt und die Ernährung der Arbeiter ausserhalb ihrer Wohnungen erfordert, sind die Löhne für dieselben etwas höher zu bemessen als die in den Dörfern üblichen.

Die Arbeiten können, wie diejenigen an den Bächen, im Taglohn oder im Akkord oder im gemischten System ausgeführt werden. Ob in der einen oder andern Weise vorgegangen werden soll, hängt von den örtlichen Verhältnissen und den Neigungen der Arbeitgeber und der Arbeitnehmer ab. Arbeiten, welche — mangelhaft ausgeführt — nicht ohne grosse Nachtheile verbessert oder ergänzt werden können, wie z. B. das Setzen der Waldpflanzen, sollte man nicht verakkordiren. Bei Arbeiten, welche auch nach ihrer Beendigung leicht kontrollirt und — wenn nöthig — verbessert oder ergänzt werden können, stellen sich in der Regel der Arbeitgeber und der Arbeitnehmer besser bei Akkord- als bei Taglohnarbeiten.

Die Lawinenverbauungsarbeiten müssen im Sommer und Herbst bei schneefreiem Boden und milder Witterung ausgeführt werden. Wenn möglich, sollte man auf einer zu verbauenden Fläche alle erforderlichen Bauten in einem Sommer erstellen. Reichen Zeit und Arbeitskräfte hiezu nicht aus, oder erscheint die Vertheilung der Arbeiten auf zwei oder mehrere Jahre aus andern Gründen rathsam oder nothwendig, so muss man mit denselben am obersten Theil der Anbruchstelle beginnen, jede einzelne Baute (Pfahlreihe oder Trockenmauer) ganz vollenden und regelrecht auf der ganzen Breite abwärts vorrücken, weil sonst ein Theil derselben der Zerstörung ausgesetzt wäre.

Zu *Pfählen* verwendet man Nadelholz, weil in der Nähe der zu verbauenden Stellen nur ganz ausnahmsweise dauerhaftes Laubholz (Eichen, Kastanien, Akazien) zu finden ist. Am empfehlenswerthesten ist das Lärchenholz älterer Stämme, weil es das dauerhafteste ist, nach ihm folgt das Holz der Arve und der Bergföhre, am häufigsten aber wird Rothtannenholz verwendet werden müssen, weil diese Holzart in unseren Bergen am zahlreichsten vertreten ist.

Wo dichte Holzbestände vorhanden sind, ist das Pfahlholz durchforstungsweise herauszuhauen, einerseits, weil die unterdrückten und beherrschten Stämme das beliebteste Pfahlholz liefern, anderseits, weil durch deren Aushieb das Wachsthum der dominirenden Bäume begünstigt wird. Sind in den in der Nähe liegenden Waldungen keine oder nur wenige unterdrückte und beherrschte Stämme vorhanden, so müssen dürre und sonst hiebsreife Bäume, deren Holz noch gesund ist, gefällt, zu Pfahlholz verschnitten und aufgespalten werden.

Da die Pfähle 80—100 *cm* über den Boden hinausreichen und, wenn möglich, zur halben Länge in denselben eingerammt werden sollen, so sind sie 1,5 bis 2 *m* lang zu machen. Ihre Stärke muss 9—12 *cm* betragen. Eine Steigerung der Dauer derselben durch Imprägnirung oder

durch Anwendung anderer Konservirungsmittel ist erwünscht, aber nur ganz ausnahmsweise anwendbar. Das Holz ist übrigens in diesen hohen Lagen von längerer Dauer als in der Ebene und im tief eingeschnittenen Thal.

Wie auf Seite 125 erwähnt wurde, darf die Entfernung der Pfähle in den horizontal verlaufenden 4—10 *m* langen Reihen, von Mitte zu Mitte gemessen, 50 bis 75 *cm* betragen, die kleinere Entfernung passt für schwächere, die grössere für stärkere Pfähle. An den Enden der einzelnen Reihen sind die stärksten Pfähle zu verwenden, im übrigen ist darauf zu halten, dass stärkere und schwächere in gleichmässiger Vertheilung miteinander wechseln. (Fig. 47 *a* und *b*.)

Alle Pfähle sind mit Holzschlegeln oder hölzernen Rammklötzen senkrecht in den Boden zu schlagen; die beim Einschlagen stark beschädigten Köpfe sind abzuschneiden. Auf felsigem Grunde müssen, wenn Verpfählungen ausgeführt werden sollen, Löcher ausgebrochen oder ausgebohrt und die Pfähle in denselben mit Steinen fest verkeilt werden.

Wenn die Pfähle annähernd zur Hälfte ihrer ganzen Länge (0,7—1 *m*) in festen Boden geschlagen werden können, so ist eine Verbindung derselben durch Flechtwerk oder Querlatten nicht nöthig, weil bei der empfohlenen Entfernung der Grundlawinen-Schnee nicht in grösserer Menge durch die Pfahlreihen dringt; wenn das aber nicht möglich ist, so müssen sie zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit miteinander verbunden werden. Sind Tannäste oder Flechtruthen leicht zur Stelle zu schaffen und stehen die Pfähle wenigstens zu einem Dritttheil ihrer Länge im Boden, so lässt sich durch Verflechtung derselben der Zweck erreichen. (Fig. 48 *a* und *b*.) Fehlt dagegen Flechtmaterial oder können die Pfähle nur 30—50 *cm* in den Boden getrieben werden, so ist auf der Thalseite der Pfahlreihe unter den Köpfen der Pfähle eine Querlatte zu befestigen, welche dieselben miteinander verbindet und — durch ca. 1 *m* lange Lattenstücke mit bergseits eingeschlagenen Pfählen verbunden — in senkrechter Stellung erhält. (Fig. 49 *a* und *b*.) Auf diese Weise lässt sich die Widerstandskraft der Pfahlreihen mit geringen Kosten bedeutend steigern. Da die Pfähle auf der obern Seite nicht mehr als 80—100 *cm* über den Boden emporragen dürfen, so darf ihre Länge nie mehr betragen, als 80—100 *cm*, mehr die Länge, welche im Boden Platz findet.

Für *Trockenmauern* ist zunächst das Fundament auszugraben. Auf der Thalseite braucht dasselbe nicht mehr als ca. 10—15 *cm* tief zu sein, die Tiefe auf der Bergseite richtet sich nach der Steilheit des Hanges und der Dicke der Mauer. Die Sohle desselben wird horizontal gelegt (Fig. 50) oder unter dem Winkel gegen den Berg geneigt, der dem

Anzug auf der Frontseite der Mauer entspricht. (Fig. 51.) Die Breite des Fundamentes muss der untern Dicke der Mauer entsprechen und diese ist abhängig von der Höhe, der obern Stärke und dem Anzug. Die Höhe der Mauer ist zusammengesetzt aus dem auf der obern Seite über den Boden emporragenden und dem in denselben versenkten Theil. Ersterer wurde zu 80—100 *cm* angenommen, die Höhe des letzteren wird durch den Neigungswinkel des Hanges bedingt. Beträgt letzterer z. B. 35° oder 70 %, so wird die Mauer ohne Fundament bei 90 *cm* Oberhöhe 154 *cm* hoch und bei einer oberen Dicke von 60 *cm* und einem Anzug von 1/5 unten $60 + \frac{154}{5} = 91$ *cm* dick, mithin das Fundament ebenso breit.

Für die Erstellung der Mauern sind grosse Steine mit gutem Lager kleineren unregelmässigen vorzuziehen und es ist strenge darauf zu halten, dass sie gut zusammengefügt und gehörig miteinander verbunden werden. Für den oberen Abschluss sind starke Platten oder Steine zu verwenden, deren Breite oder Länge der Mauerdicke gleichkommt. Fehlt derartiges Material, so leistet die Bedeckung der bis zur normalen Höhe aufgeführten Mauer mit Erde und Rasen gute Dienste. Auch für die Enden der Mauern sollten grosse, sich gut zusammenlegende Steine verwendet werden. (Fig. 50 und 51.)

Der Raum zwischen der Hinterseite der Mauer und der Berghalde darf nicht wie bei den Sperren in den Bächen ausgefüllt werden, er bietet dem Schnee Platz und festeren Halt. Kann man hinter den Mauern noch eine ca. 50 *cm* breite, ebene Terrasse erstellen, so wirkt das günstig, muss aber unterbleiben, wenn dadurch Bodenabrutschungen begünstigt oder grosse Kosten veranlasst würden. (Fig. 51.)

Das sich hinter den Trockenmauern ansammelnde Regen- und Schneewasser kann durch die Mauer abfliessen, wird also den Boden nicht stark erweichen.

Will man die Anbruchstelle zur Verhinderung der Schneerutschungen *terrassiren,* so müssen, wie bereits erwähnt, die Terrassen nach Länge und Breite horizontal gelegt und ca. 1 *m* breit gemacht werden. Das bei der Herstellung derselben anfallende Material ist an ihrer Aussenseite in Form eines Walls oder, wenn es sich dazu eignet, als Trockenmauer aufzuschichten, damit es die Wirkung des ebenen Streifens steigern hilft.

So weit bei der Verbauung der Lawinen Aenderungen an der produktiven Boden enthaltenden Oberfläche nothwendig werden, die Rasendecke also zerstört wird, müssen nach Beendigung der Bauten alle wunden Stellen mit Rasen bekleidet oder mit Grassamen besäet werden, um das

lose Material gegen die Angriffe durch Wasser und Schnee möglichst zu schützen.

Zu den sogenannten *Schneebrücken* ist, wenn die Erstellung solcher für nöthig erachtet wird, gutes Holz zu verwenden. Die Tragbalken müssen — je nach der Länge — 20—30, die Stützen und Querhölzer 10—15 *cm* stark sein. Eine gute Befestigung der ersteren mit auf der untern Seite vorgeschlagenen Pfählen oder durch Anlehnung an Felsblöcke, Stöcke etc., sorgfältige Stützung ihres hohl liegenden Theils und zweckentsprechende Auflagerung und Befestigung der Querhölzer auf dem Tragbalken und der Halde sind unbedingt nöthig. Die Entfernung der Querhölzer von einander darf 25—30 *cm* betragen. (Fig. 52 *a* und *b*.)

Wie bei den Wasserbauten ist eine sorgfältige *Unterhaltung* auch bei den Lawinenverbauungen von grösster Bedeutung für die dauernde Erfüllung ihrer Aufgabe. Alle zur Verhinderung der Schneerutschungen getroffenen Vorkehrungen sind in jedem Sommer einer sorgfältigen Untersuchung zu unterstellen und alle Schädigungen vor Eintritt des Winters in solider Weise auszubessern.

Die Ueberwachung der Lawinenverbauungen und die Anordnung und Kontrollirung der Unterhaltungsarbeiten wird am besten den Förstern übertragen, weil andere Geschäfte diese am häufigsten in die Regionen führen, in welchen sie sich befinden.

Für *die Aufforstung der in der Baumregion liegenden Anbruchsflächen* der Schneelawinen und ihrer Umgebung, sowie für die Anlegung von Schutzwaldungen an Stellen, wo in Zukunft Lawinengefahren drohen, erscheint eine nähere Anleitung überflüssig, weil diese Arbeit unter allen Umständen sachkundigen Förstern zu übertragen ist. Zur Ergänzung des im Kapitel 3 Gesagten folgen hier nur noch einige allgemeine Bemerkungen.

Die Pflanzung ist als Regel und die Saat als Ausnahme zu betrachten. Bei allen auszuführenden Arbeiten ist um so grössere Sorgfalt anzuwenden, je ungünstiger die Standortsverhältnisse für die Erziehung und Erhaltung eines Waldes sind. In gut bearbeitetem Boden (Pflanzgärten) erzogene 4—6jährige Pflanzen sind älteren und jüngeren, sowie mangelhaft bewurzelten vorzuziehen. Die Pflanzlöcher sind grösser zu machen, als es zur naturgemässen Ausbreitung der Pflanzenwurzeln absolut nothwendig erscheint und mit fruchtbarer Erde zu füllen, wenn der Boden steinig und rauh ist. Vor zu tiefem Einsetzen der Pflanzen muss man sich hüten, dagegen jedes Mittel, das sich zum Schutz derselben gegen nachtheilige äussere Einwirkungen eignet (alte Stöcke, am Boden liegende Stämme, Steine, Felsen, Gebüsch etc.), benutzen.

Die Entfernung der Pflanzen darf 1 bis 1,5 *m* betragen, eine regelmässige Anordnung der Pflanzen erscheint jedoch nur da empfehlenswerth, wo die Beschaffenheit der Bodenoberfläche und des Bodens derselben ganz günstig ist. Wo das nicht der Fall ist, setzt man die Pflanzen ohne ängstliche Beachtung des für zweckmässig erachteten Pflanzenabstandes, dahin, wo die Bedingungen zu ihrem Gedeihen am besten gegeben sind.

In rauhen exponirten Lagen ist es zweckmässig, Büschelpflanzen zu verwenden, d. h. Pflanzen, die man schon beim Versetzen vom Saatbett in's Pflanzbett als zukünftiges Büschel behandelte und aus letzterem, vor dem Versetzen in den Wald, als solches aushob. In ein Büschel werden 3—5 Pflanzen vereinigt.

Alle Pflanzungen sind — so weit nöthig — so lange Jahr für Jahr nachzubessern, als man hoffen darf, die nachgesetzten Pflanzen können zwischen den schon vorhandenen an- und fortwachsen.

III. Die Steinschläge.

1. Ursachen, Entstehung und Wirkung der Steinschläge.

Steinschläge erfolgen vorzugsweise da, wo sich steile Felswände vom Thal oder von Bergterrassen aus zu bedeutender Höhe erheben. Sie sind um so beachtenswerther und wirken um so schädlicher, je stärker das Gestein zerklüftet ist und je weniger es den Einflüssen der Witterung zu widerstehen vermag, je höher die Felswände sind und je näher der Fuss der letzteren am obern Rande einer steilen Halde liegt. Ihr Einfluss auf die Umgebung tritt zurück, wenn das Gestein der Verwitterung nur in geringem Masse ausgesetzt ist, wenig Klüfte zeigt und bei gleichmässiger Zusammensetzung horizontal geschichtet ist, wenn die kahlen Felswände nicht hoch sind und sich an deren Fuss eine nicht zu schmale horizontale Fläche anschliesst.

Die Veranlassung zur Bildung von Steinschlägen liegt in der Verwitterung des Gesteins, die durch den Wechsel zwischen Nässe und Trockenheit, Kälte und Wärme eingeleitet und befördert wird. Das Wasser dringt in die feinsten Risse und in grösserer Menge in die schon weiteren Spalten, gefriert bei niederer Temperatur, dehnt sich dabei aus und lockert das Gestein. An den steilen kahlen Felsen löst sich das gelockerte Material ab und stürzt in die Tiefe. Findet es hier eine annähernd horizontale Ablagerungsstätte, so häuft es sich als sogenannte *Schutthalde* an, verhüllt den Fuss der Felswand und steigt mit einer seiner Beschaffenheit entsprechenden Böschung um so höher am Felsen empor, je breiter die Basis ist. Fehlt am Fusse der Felswand ein ausreichender Ablagerungsplatz, so stürzt das sich von derselben ablösende Gestein über den angrenzenden Hang hinunter und richtet in Wäldern, am Kulturland, auf Strassen und Wegen, in Bach- und Flussbetten, nicht selten auch an Ställen und Wohnhäusern Schädigungen an, welche der vollsten Beachtung werth sind.

Schädigungen bleiben auch da nicht ganz aus, wo am Fusse des Felsen Raum für eine sich unmittelbar an letzteren anlehnende Schutthalde vorhanden ist. Auf der Halde und am Fusse derselben bleibt wohl das kleinere Material liegen, die herunterstürzenden grossen Brocken dagegen springen in weiten Sätzen über dieselbe hinaus, gelangen zum Theil an die bewachsenen Hänge und richten an diesen und deren Fuss grossen Schaden an.

Auch die Schutthalden, auf denen alles sich vom Felsen ablösende Material liegen bleibt, sind, wenn sie im Vegetationsgebiet liegen, nicht unschädlich. Sie erweitern sich am Flusse in gleichem Mass wie nach der Höhe und machen in Folge dessen immer mehr Boden unproduktiv. Ausgedehnte Weideflächen — hie und da sogar mit Bäumen bewachsener Boden — wurden im Laufe der Zeit unter den Schutthalden begraben.

Neben diesen normalen, je im Frühjahr am auffallendsten eintretenden Steinfällen, stellen sich an Felswänden und sehr steilen Hängen — vorhergesehen und unvorhergesehen — sogenannte *Bergstürze* ein, bei denen auf einmal grosse Fels- und Erdmassen auf die tieferliegenden Theile der Hänge und in die Thäler hinabstürzen und grosse Verheerungen anrichten. Die Spuren solcher Bergstürze aus längstvergangener wie aus neuerer und neuester Zeit sind im Hoch- und Mittelgebirge in den Trümmerhalden, Ganden und Steinräuhen in grosser Zahl zu finden und legen Zeugniss ab von den vielfachen Veränderungen, welche an der Bodenoberfläche eintreten.

Die Hauptursache der Entstehung der Bergstürze liegt ebenfalls im Witterungswechsel und in den daherigen Veränderungen am Gestein oder an dessen Unterlage. Sie treten vorzugsweise an hohen, stark zerklüfteten Felspartieen, an Felswänden mit überhängenden, ihrer Unterlage durch Verwitterung beraubten Bänken und da ein, wo stark aufgerichtete Felsschichten auf einer Unterlage ruhen, welche der Erweichung durch eindringendes Wasser fähig ist.

Durch Bergstürze werden nicht nur Waldungen zerstört, fruchtbare Gründe, Strassen und Wege mit Trümmergestein überschüttet und Bäche und Flüsse gestaut, sondern auch Ställe und Wohnungen, nicht selten ganze Ortschaften unter Steinen und Schutt begraben.

Steinschläge und Bergstürze richten aber nicht nur Schaden in Waldungen, Weiden, Wies- und Kulturland, an Strassen, Bächen und Gebäuden an, sie gefährden auch das Leben der Hausthiere auf der Weide und im Stall und bereiten vielen Menschen einen frühen Tod. Es liegt daher in der Aufgabe des Staats, der Gemeinden und der

Grundeigenthümer alle Mittel zur Anwendung zu bringen, welche geeignet sind, den erwähnten Schädigungen vorzubeugen, sie abzuwenden oder doch zu vermindern.

Leider kann der Mensch für Beseitigung der bezeichneten Gefahren wenig thun. Den Bergstürzen gegenüber ist er fast ganz ohnmächtig. Gar häufig treten sie unvorhergesehen ein und wo und wann man sie vorhersehen kann, ist es nicht möglich, sie zu verhindern oder ihnen den Weg zu bezeichnen, den sie nehmen sollen. Flucht mit dem beweglichen Gut ist das einzige Mittel, den Schaden zu vermindern, das aber auch nur dann angewendet werden kann, wenn die Gefahr rechtzeitig erkannt und richtig beurtheilt wird.

Gegen die Steinschläge lassen sich eher schützende Massregeln ergreifen, nie jedoch in dem Mass, dass man sich vor Schaden ganz sicher stellen könnte. Was in dieser Richtung gethan werden kann, soll im folgenden Kapitel besprochen werden.

2. Mittel zur Verminderung der Schädigungen durch Steinschläge.

Den besten Schutz gegen Schädigungen durch Steinschläge, welche von dem normalen Gang der Verwitterung an Felswänden herrühren, bieten dichte *Waldbestände,* weil sie das rollende und rutschende Material aufhalten. Die Wälder selbst leiden unter den andringenden, oft in weiten Sätzen bergabspringenden Steinen, weil diese den Boden verwunden und theilweise bedecken, junge Bäume brechen und alte an den Wurzeln und am Stamm, oft sogar in den Kronen schädigen. Die Steine kommen aber in Folge der vielen Hindernisse, die sich ihrer Bewegung entgegen stellen, allmälig zur Ruhe, sie bleiben im Walde liegen, können also an den durch ihn geschützten Gütern und Gebäuden keinen Schaden anrichten, den Verkehr auf den Strassen und Wegen nicht gefährden und die Bach- und Flussbette nicht mit Felstrümmern füllen.

Der Widerstand, den der Wald den abrollenden Steinen entgegensetzt, ist um so wirksamer, je dichter sein Bestand ist und je näher er sich an die Ursprungsstelle der Steinschläge anschliesst. Vom Steinschlag wird der Wald selbst umsomehr geschädigt, je steiler die Hänge, je grösser die Steine und je lichter die Bestände sind. Laubwälder leiden von den abrollenden Steinen weniger als Nadelwälder, weil die Laubhölzer Verletzungen leichter ausheilen und sich an gelichteten Stellen nicht nur durch Samen, sondern auch durch Ausschläge verdichten.

Aus dem Gesagten ergibt sich, dass die an steinschlaggefährlichen Stellen vorhandenen Waldungen gut zu pflegen und soweit möglich zu erhalten sind. Muss vorgerückten Alters wegen ihre Verjüngung eingeleitet werden, so ist vorsichtig zu verfahren. Der alte Bestand darf erst dann stark gelichtet werden, wenn der Nachwuchs dem andringenden Steinmaterial einen wirksamen Widerstand entgegen zu setzen vermag. Wo die Verjüngung nicht rechtzeitig und in genügender Weise durch den abfallenden Samen erfolgt, müssen unter dem Schutzbestand Saaten oder Pflanzungen ausgeführt werden. Für diese sind die Holzarten zu wählen, welche unter den gegebenen Standortsverhältnissen den besten Erfolg versprechen. Wenn auch die Laubhölzer vor den Nadelhölzern den Vorzug verdienen, so darf man doch deren Erziehung unter ihnen nicht zusagenden klimatischen und Bodenverhältnissen nicht begünstigen. Ein kräftig heranwachsender Nadelholzbestand ist widerstandsfähiger und, trotz nicht ausbleibender Schädigung durch die abrollenden Steine, ausdauernder als ein kümmernder Laubwald.

Bei der Pflege der Bestände ist auf die Erhaltung eines engen Standes der Bäume — eines guten Schlusses — hinzuwirken, immerhin aber doch dafür zu sorgen, dass sich die dominirenden Stämme kräftig und normal entwickeln können. Die Plänterung ist die Betriebsform, welche für Schutzwaldungen gegen Steinschlag am besten passt. Bestände, in denen verschieden altes Holz vorhanden ist, erfüllen ihren Zweck besser, gleichmässiger und ausdauernder als gleichaltrige alte oder junge.

Bei der Fällung junger und alter Bäume dürfte es sich empfehlen, 50—80 *cm* hohe Stöcke stehen zu lassen und das anfallende, nicht zur Nutzung gelangende Material, wie Reisig, schadhafte, werthlose Stämme und Stammtheile etc., quer hinter die Stöcke und stehenbleibenden Stämme zu legen. Man stellt auf diese Weise dem Abwärtsrücken des leichteren, keine grossen Sprünge machenden Steinmaterials mit geringen Opfern ein wirksames Hinderniss entgegen.

Wo die Waldungen nicht hoch genug hinaufgehen um den Steinschlägen einen erfolgreichen Widerstand entgegenzusetzen, oder wo keine vorhanden sind, muss auf deren Erweiterung, beziehungsweise Neuanlage Bedacht genommen werden. Eine leichte Aufgabe ist das nicht, weil die fallenden Steine die jungen Pflanzen zerschlagen und bedecken und an ihrer Entwicklung hindern.

Bevor derartige *Aufforstungen* in Angriff genommen werden, muss man, um ihr Gedeihen möglichst zu sichern, dafür sorgen, dass der grösste Theil des von den Felsen stürzenden Materials für eine längere Reihe von Jahren auf der Schutthalde und an deren Fuss oder auf

862469

unschädlichen Stellen überhaupt zurückgehalten werden kann. Gelingt das nicht, so ist der Erfolg der Aufforstung sehr zweifelhaft, insofern nicht zum Schutz der Pflanzen auf der Kulturfläche selbst Vorkehrungen getroffen werden, die grosse Kosten veranlassen.

Bei der Ausführung von Aufforstungen zum Schutze gegen Steinschlag wird man die Pflanzung der Saat umsomehr vorziehen, je geringer die Hoffnung ist, die fallenden Steine für längere Zeit von der Kulturfläche fernzuhalten. Die Verwendung von Büschelpflanzen ist sehr zu empfehlen.

Grosse Pflanzenentfernungen dürfen nicht gewählt werden, auch erscheint es nicht zweckmässig, die Pflanzen reihenweise zu setzen, namentlich nicht in weit von einander entfernte, der Richtung des grössten Gefälls folgende Reihen; es blieben dabei für das abrollende Gestein Gassen offen, in denen es auf keine Hindernisse stossen würde. Bei der definitiven Vertheilung der Pflanzen auf der Kulturfläche ist in erster Linie auf eine gute Ausnutzung der Stellen Bedacht zu nehmen, welche denselben in der ersten Jugend ohne Kosten Schutz gegen Steinschlag bieten. An den exponirten Stellen muss, wenn die Steine nicht am Fusse der Schutthalden zurückgehalten werden können, für ausreichenden Schutz der jungen Pflanzen künstlich gesorgt werden. Es kann das geschehen durch Erstellung von Flechtzäunen oder Pfahlreihen von ähnlicher Konstruktion wie die zur Verhinderung der Schneeabrutschungen empfohlenen. Eine Höhe derselben von ca. 50 *cm* dürfte in der Regel genügen. Statt Zäunen können, wo grosse Steine vorhanden sind, auch Trockenmauern erstellt werden.

Auch diese Schutzbauten sind in der Richtung der Horizontalen anzulegen und im oberen Theil nicht zuweit auseinander zu rücken, damit durch das Zusammenschlagen der einen oder anderen die tiefer liegenden Partieen nicht schutzlos werden und auch grössere Steine, nach mehrmaliger Schwächung ihrer Bewegung durch den Widerstand der Zäune, allmälig zur Ruhe kommen.

Wo es sich nur um den Schutz einzelner Pflanzen handelt, können ob denselben zwei bis drei Pfähle eingeschlagen oder, nach vorangegangener Herstellung eines horizontalen Lagers, ein paar grössere Steine gelegt werden. Die Kosten sind jedoch sehr gross, wenn man einzelne Pflanzen oder Pflanzenbüschel durch besondere Vorkehrungen schützen muss.

Der Ausführung von Aufforstungsarbeiten an Stellen, die vom Steinschlag gefährdet sind, stehen gewöhnlich auch noch Hindernisse entgegen, welche in der Beschaffenheit des Bodens liegen.

*

In der Regel sind die zu diesem Zwecke aufzuforstenden Flächen mit Steinen bedeckt und zwar nicht selten so, dass letztere mächtige, nur mit wenig fruchtbarem Boden gemengte Anhäufungen bilden. Die Anfertigung der Pflanzlöcher oder Saatplätze ist unter solchen Verhältnissen mit grossen Schwierigkeiten verbunden, überdieses mangelt die zum richtigen Einsetzen der Pflanzen oder zur Herstellung eines guten Keimbettes für den Samen unentbehrliche fruchtbare Erde. In solchen Fällen muss für Herbeischaffung von gutem Boden gesorgt werden. Fehlt die erforderliche Erde in der Nähe oder bietet der Transport derselben grosse Schwierigkeiten, so muss man — trotz der Vorzüge der Pflanzung gegenüber der Saat — zu der weniger Erde erforderlichen Saat greifen.

Dass derartige Kulturen ganz sorgfältig und mit gutem Material ausgeführt und fleissig nachgebessert werden müssen, braucht kaum erwähnt zu werden.

Es wurde bereits hervorgehoben, dass darauf Bedacht zu nehmen sei, das sich von Felswänden und alten Schutthalden ablösende Material so viel als möglich an den Stellen festzuhalten, auf die es fällt oder ohne Zurücklegung eines langen Weges rollt.

Zu diesem Zwecke sind am Fusse der Schutthalden *Trockenmauern* zu erstellen. Erlauben es die Terrainverhältnisse, so sind die Mauern nicht unmittelbar an das untere Ende der Schuttablagerung anzuschliessen, sondern von demselben soweit zurückzuziehen, als es nothwendig erscheint, um für den Schutt vieler Jahre Platz zu erhalten.

Die Mauern müssen ohne Unterbrechung den Fuss der Schutthalden soweit einschliessen, als dem unterhalb liegenden Gelände von denselben aus Schaden droht. Sie sind nach den gleichen Grundsätzen zu konstruiren wie die Schutzmauern gegen Schneelawinen. Grosse Kosten veranlasst die Erstellung solcher Mauern in der Regel nicht, weil die erforderlichen Steine in den meisten Fällen in der Schutthalde selbst zu finden, also nicht weit zu transportiren sind und ihre Bearbeitung keine besondere Sorgfalt erfordert.

Die Höhe der Mauern richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen. Je näher sie an den Fuss der Schutthalden herangerückt werden müssen und je mehr Material auf letztere fällt, desto höher sind sie zu machen, je weiter man sie wegrücken kann und je langsamer das Wachsen der Halde vor sich geht, desto niedriger dürfen sie sein. Es erscheint jedoch auch im ersten Falle zweckmässig, die Mauern von Anfang nicht hoch zu machen, weil eine Erhöhung jederzeit möglich ist. Selbstverständlich ist bei der Feststellung der Dicke der Mauern die Wahrscheinlichkeit einer künftigen Erhöhung derselben zu berücksichtigen. Eine auf der

Bergseite ein Meter übersteigende Mauerhöhe wird nur ausnahmsweise empfehlenswerth sein, weil einerseits der Druck des Schuttes auf dieselbe mit der Höhe wächst und anderseits die Gefahr der Zerstörung durch die abwärts springenden Steine bei bedeutender Höhe grösser ist als bei geringer. — Die in grossen Sätzen über die Schutthalde hüpfenden Steine vermag auch eine hohe Mauer nicht aufzuhalten.

Wo für Trockenmauern geeignete Steine mangeln, sollten *Flechtzäune* erstellt und mindestens so lange unterhalten werden, bis der in ihrem Schutze erzogene Wald widerstandsfähig ist. Ihre Höhe richtet sich nach der Beschaffenheit des Bodens, die Pfähle sollten nicht weiter über die Bodenoberfläche emporragen, als sie in die Erde eingeschlagen werden können.

Schutzbauten auf den Schutthalden selbst anzubringen, dürfte nur ausnahmsweise zweckmässig sein. Ohne viel zu nützen, wären sie vom abrollenden schweren Material fortwährenden Beschädigungen ausgesetzt, ihre Unterhaltung würde daher grosse Kosten veranlassen. Eine Ausnahme von dieser Regel wäre dann zu machen, wenn die Schutthalden keinen erheblichen Zuwachs mehr erhalten und an ihrer Oberfläche durch Verwitterung eine Beschaffenheit annehmen würden, bei der man mit Aussicht auf Erfolg eine Aufforstung derselben anstreben dürfte. In diesem Falle wäre ganz so zu verfahren wie bei der Bepflanzung verrutschter Hänge (siehe Seite 88).

Da derartige Aufforstungen grosse Kosten veranlassen und nur geringe Erträge in Aussicht stellen, so wird man sie nur dann vornehmen, wenn sich damit noch andere Zwecke als die Produktion von Holz erreichen lassen, wie z. B. Schutz gegen schädlich wirkende Materialablösungen von den Schutthalden selbst, Verschönerung viel besuchter oder weithin sichtbarer Punkte etc.

Dass alle Bauten auf den Schutthalden und am Fusse derselben, sowie diejenigen in den unter ihnen liegenden Waldungen und neuen Waldanlagen alljährlich untersucht und Schadhaftes ungesäumt ausgebessert oder erneuert werden müsse, versteht sich von selbst. Nur gut unterhaltene Mauern und Zäune können ihren Zweck erfüllen.

An der Verbauung von Steinschlägen haben sich in erster Linie die Eigenthümer der bedrohten Grundstücke zu betheiligen. Die Einleitung der Arbeiten und die Vereinigung der Betheiligten zu gemeinschaftlicher Ausführung der Bauten ist in gleicher Weise an die Hand zu nehmen und durchzuführen, wie die Verbauung der Lawinen und die Korrektion der Bäche.

Werden die Bauten nicht bloss zum Schutze des nächstliegenden Grundeigenthums, sondern auch zur Sicherstellung von Strassen, Bächen, Flüssen und Ortschaften ausgeführt, so haben sich bei denselben auch die Gemeinden und der Staat zu betheiligen. In solchen Fällen wird die Anregung zur Vornahme der Arbeiten in der Regel von den Behörden ausgehen und es werden dieselben als gemeinnützige Unternehmungen erklärt werden, bei deren Ausführung alle Betheiligten zur Mitwirkung gezwungen werden können.

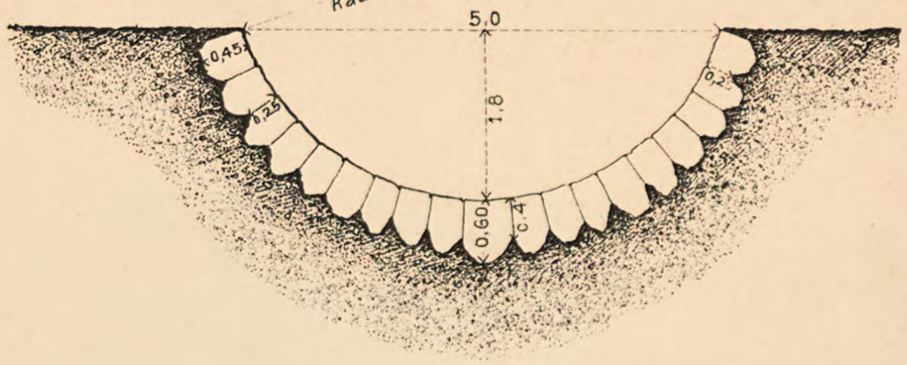
Wo es sich dagegen nur darum handelt, Schaden von einzelnen Grundstücken abzuwenden, wird es schwieriger sein, Zwangsmassregeln zu ergreifen, man wird hier durch Belehrung freiwillige Vereinbarungen zu gemeinsamer Ausführung der Arbeiten anstreben müssen. Kommen solche zu Stande und werden Bauten und Aufforstungen zweckmässig ausgeführt, so sollten die Gemeinden und der Staat auch dann Beiträge an die Kosten leisten, wenn die Arbeiten nicht mit vollem Recht als weiteren Kreisen dienende, das allgemeine Wohl fördernde erklärt werden. Kleine Uebel können zu grossen werden, wenn man dieselben nicht rechtzeitig zu beseitigen sucht, überdieses sind alle Bestrebungen, welche die Erhaltung oder Verbesserung des ertragsfähigen Bodens bezwecken, voller Anerkennung werth, besonders dann, wenn das auf sie verwendete Geld voraussichtlich erst spät durch höhere Erträge verzinst wird.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

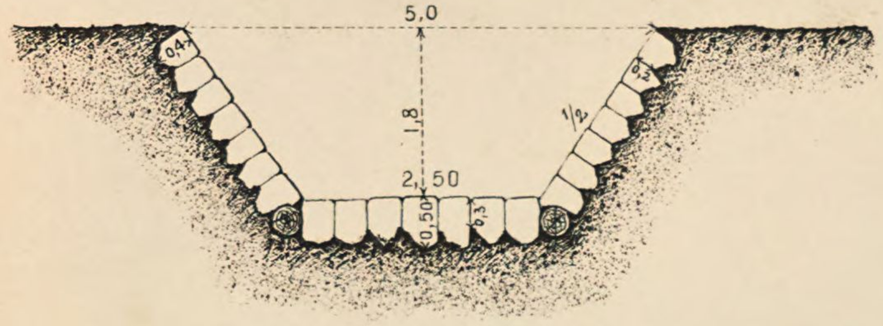
862469

SCHALENPROFILE.

1

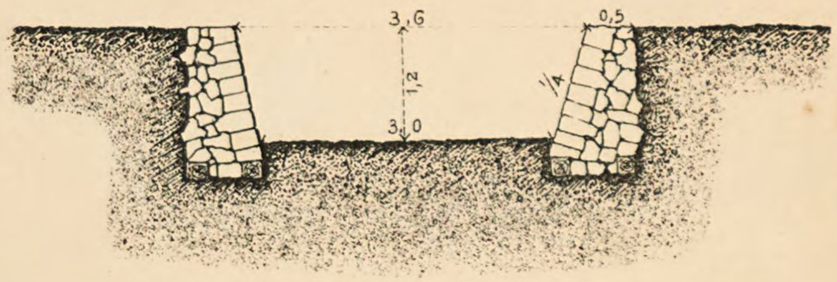


2

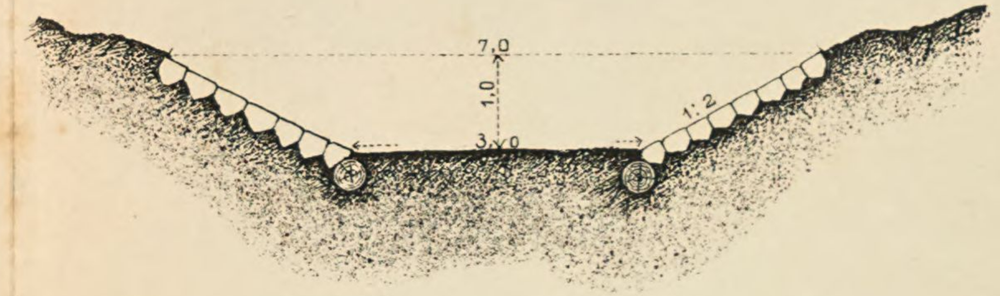


UFERVERSICHERUNGEN.

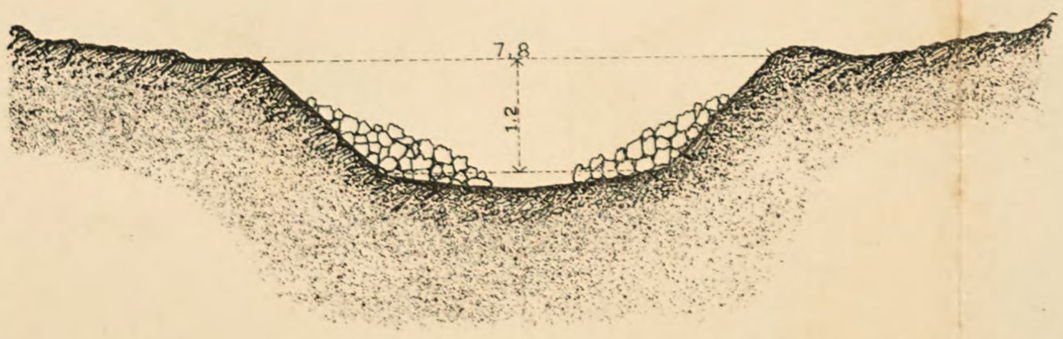
3



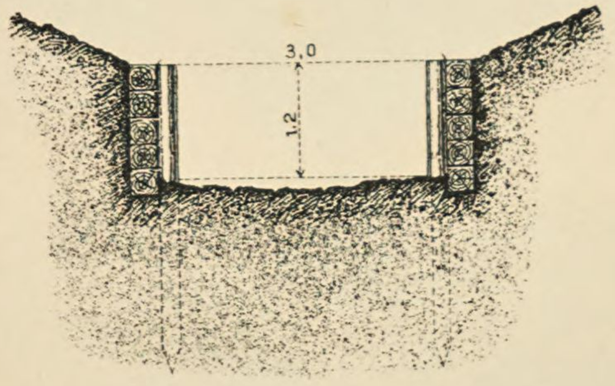
4



5



6



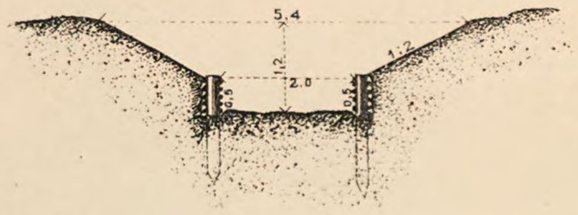
Massstab 1 : 100.

UFERVERSICHERUNGEN.

Flechtzaun, Faschinen und Wippenwuhre.

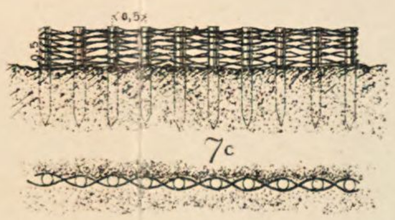
Sporen.

7a



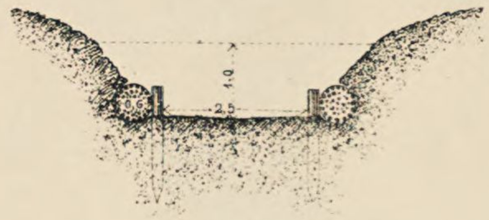
1 : 140

7b



7c

8



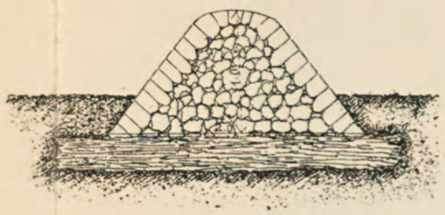
1 : 140

Sporen.

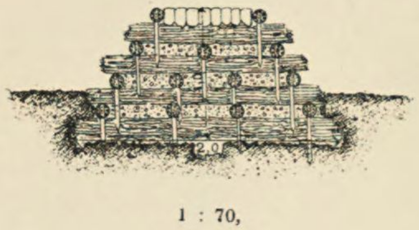
(Traversen.)

9

10

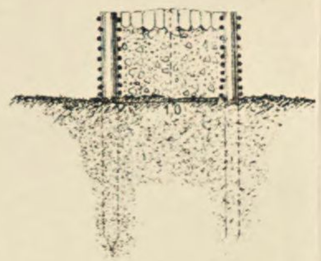


11

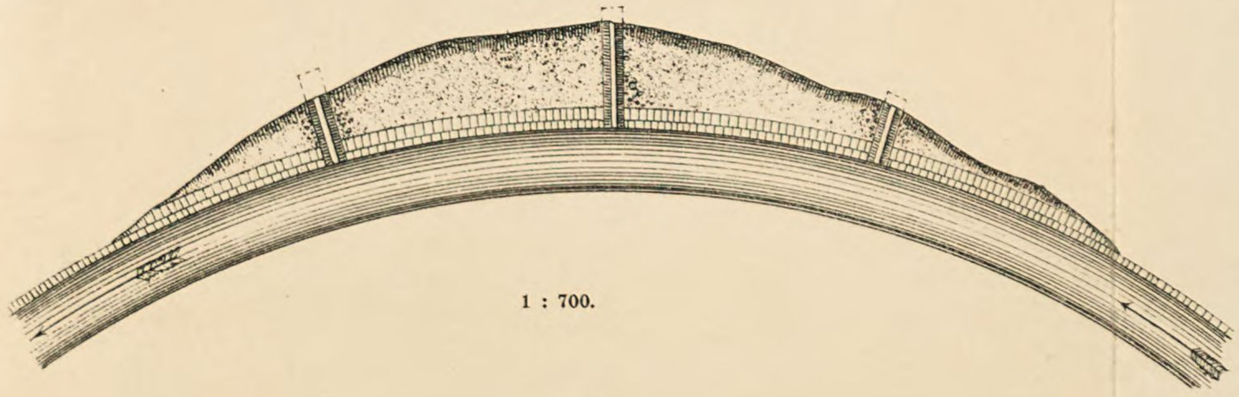


1 : 70,

12

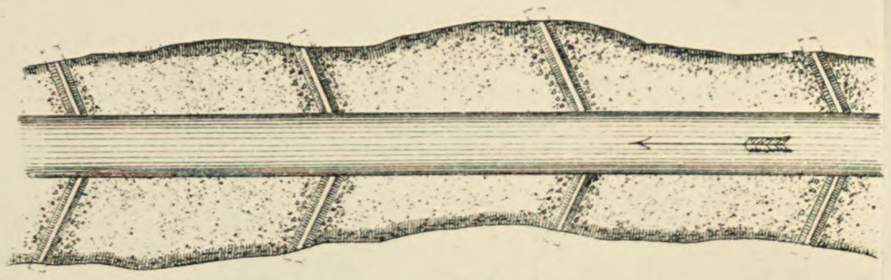


13



1 : 700.

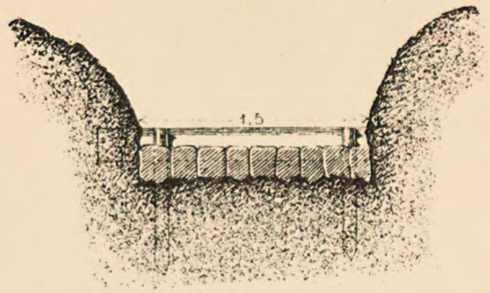
14



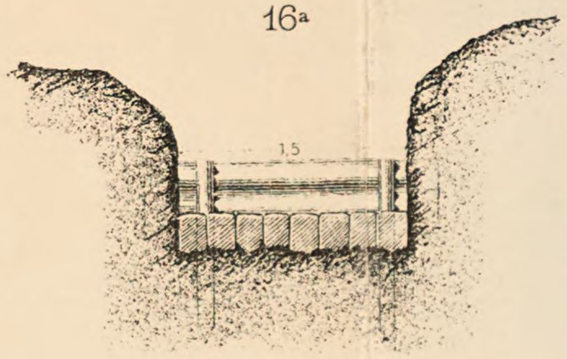
1 : 700.

SCHWELLEN.

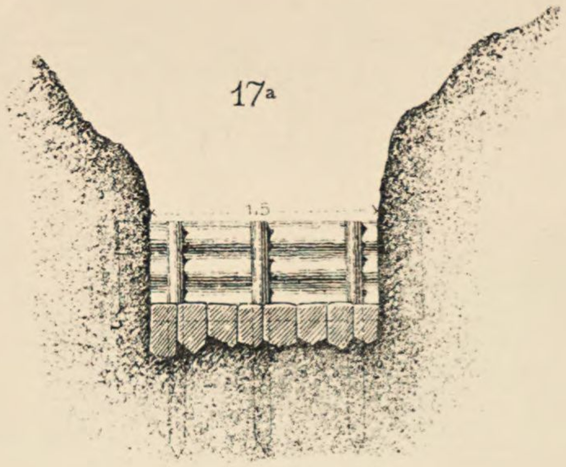
15a



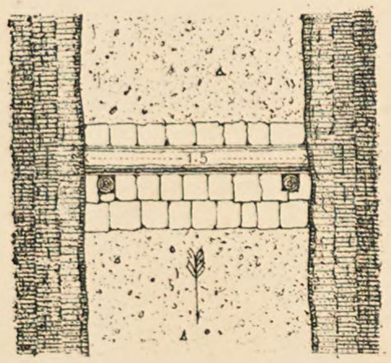
16a



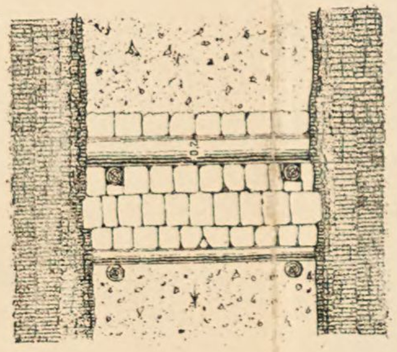
17a



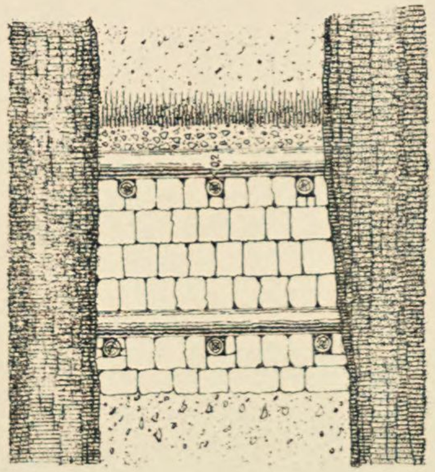
15b



16b

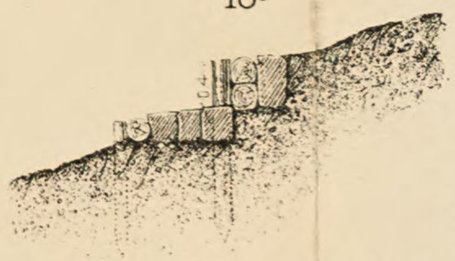


17b

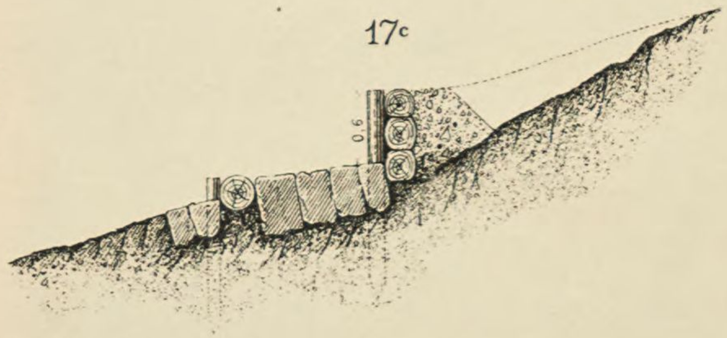


15c

16c



17c

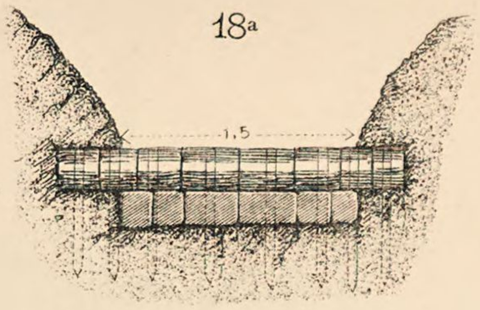


Massstab 1 : 60.

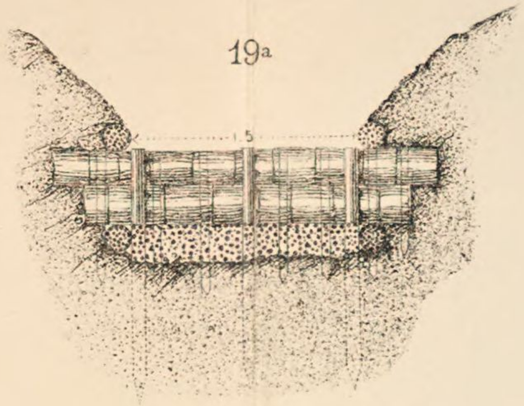
SCHWELLEN.

Faschinen und Flechtwerk.

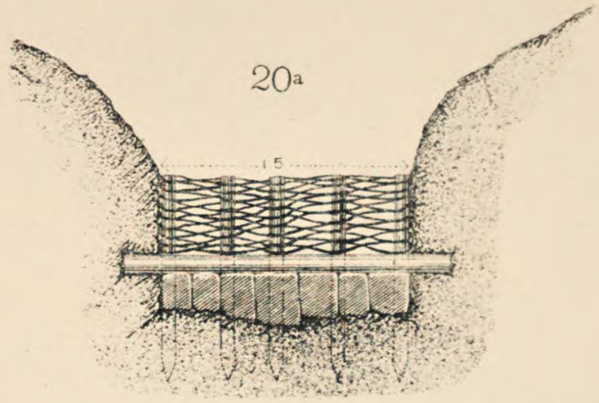
18a



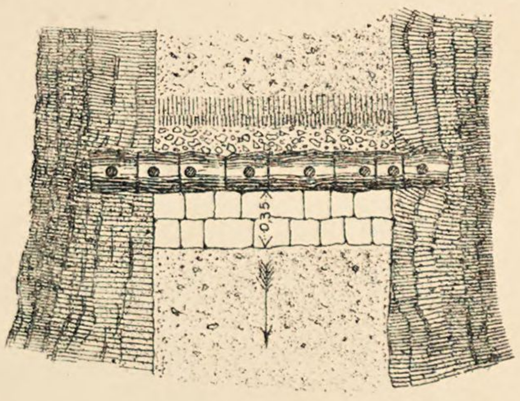
19a



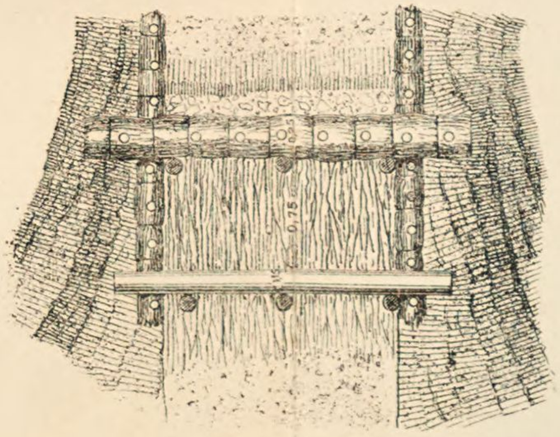
20a



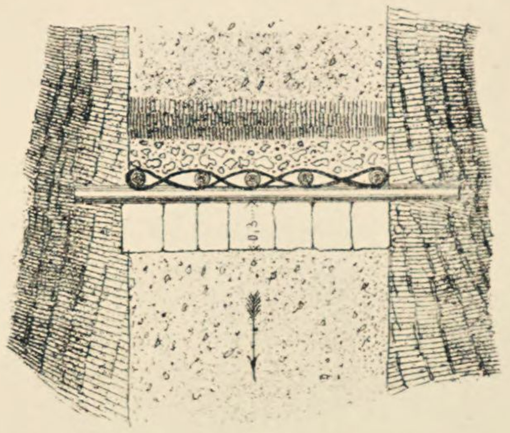
18b



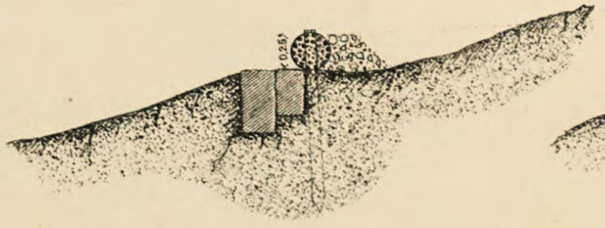
19b



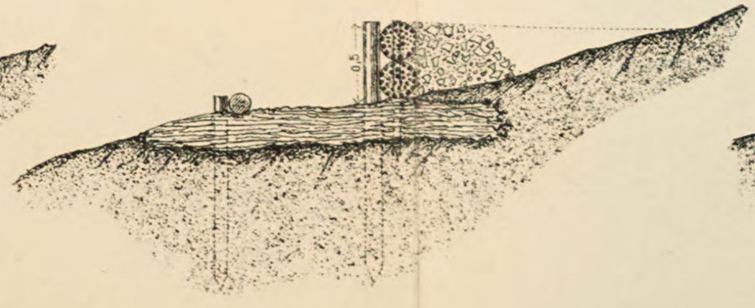
20b



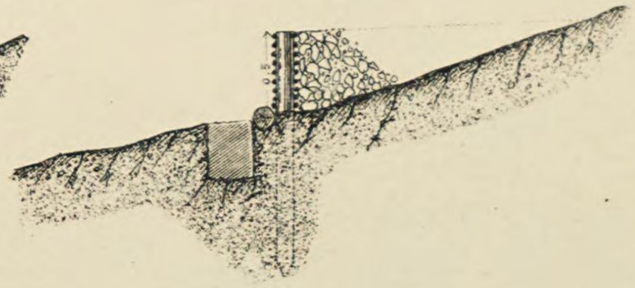
18c



19c



20c

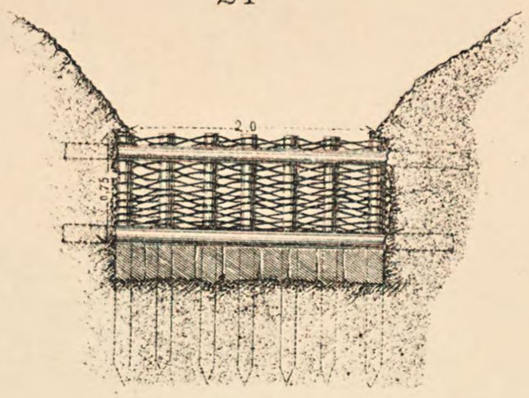


Massstab 1 : 60.

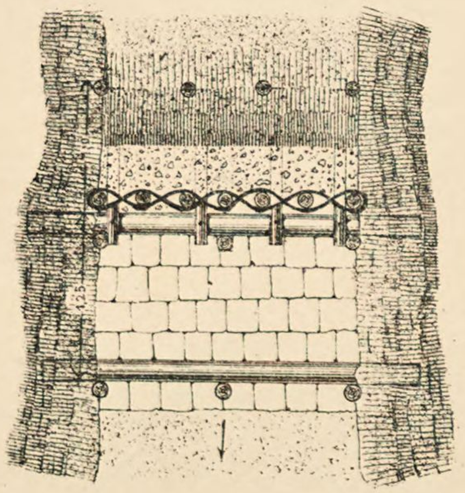
SCHWELLEN.

Flechtwerk und Holz und Stein.

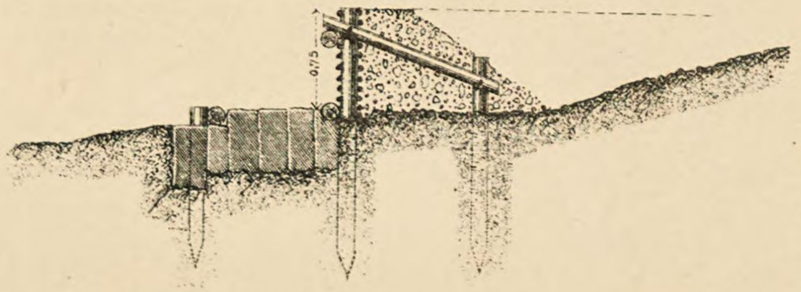
21a



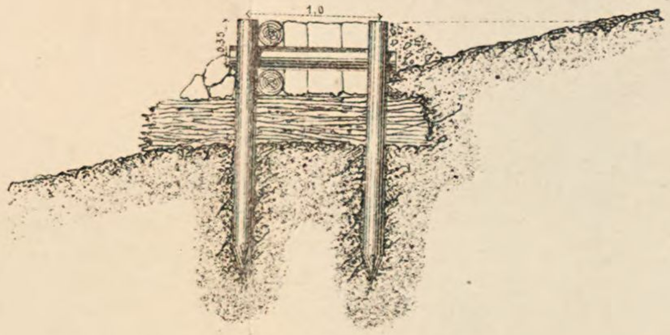
21b



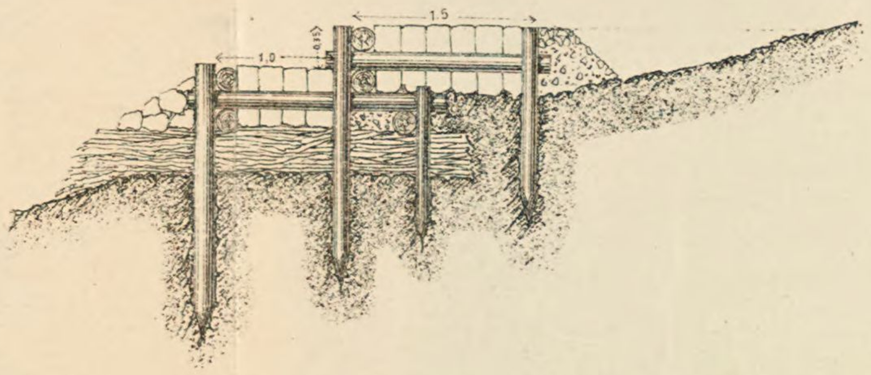
21c



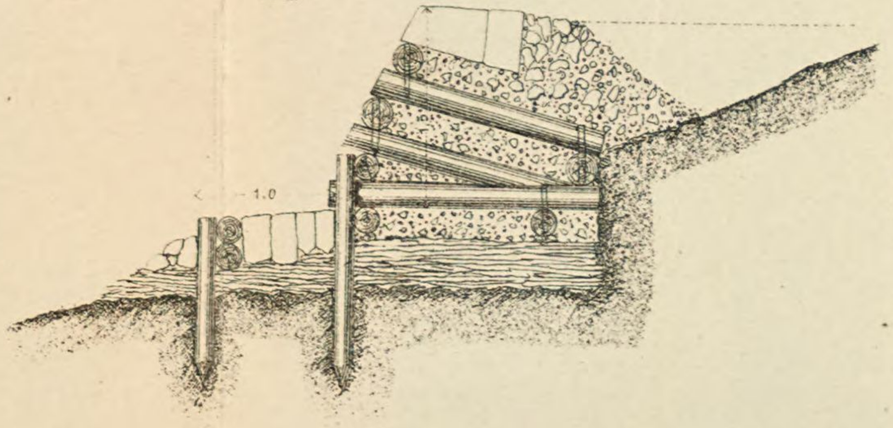
22a



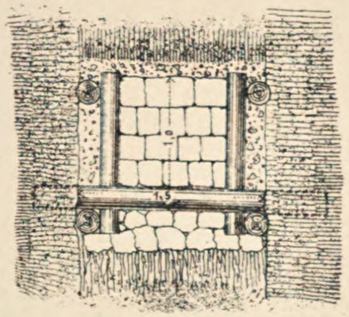
23a



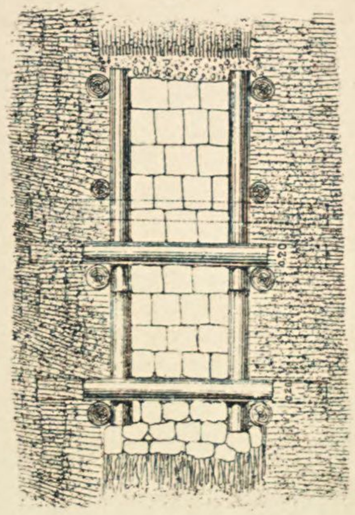
24a



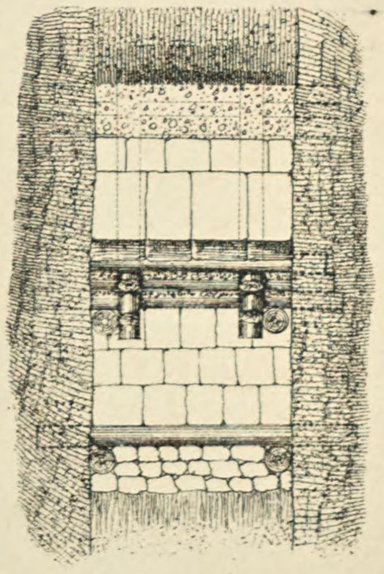
22b



23b



24b



Querschnitte.

Grundrisse.

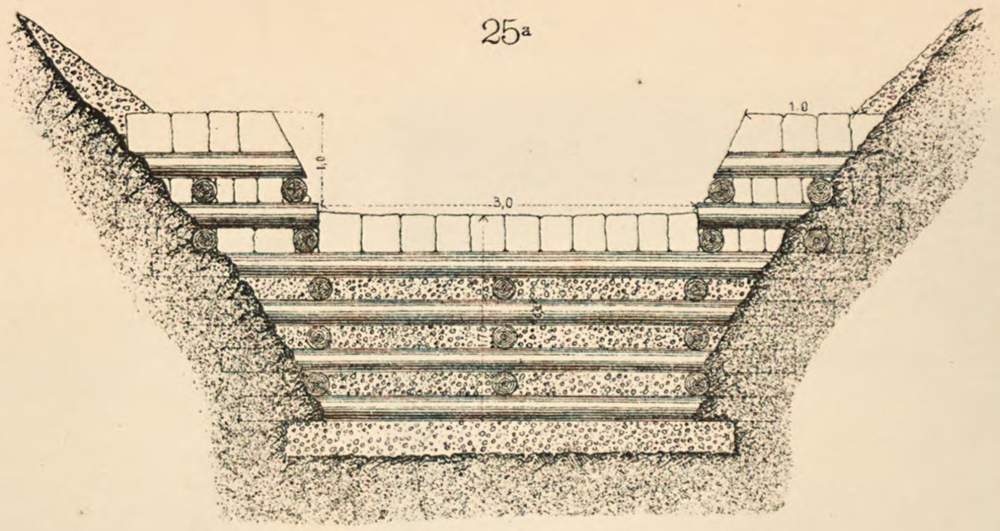
Massstab 1 : 70.

SPERREN

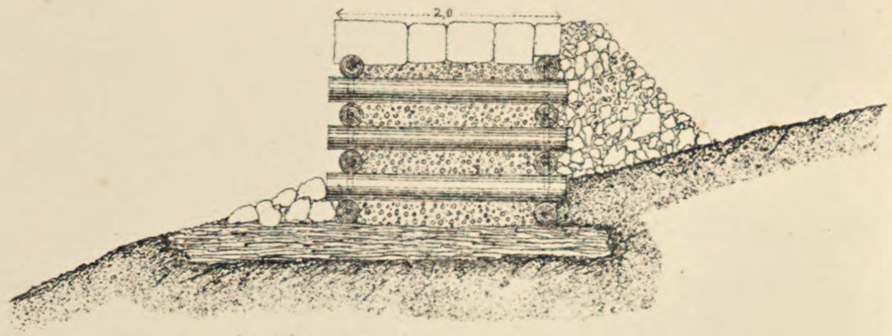
aus Holz und aus Stein und Holz.

Taf. VI.

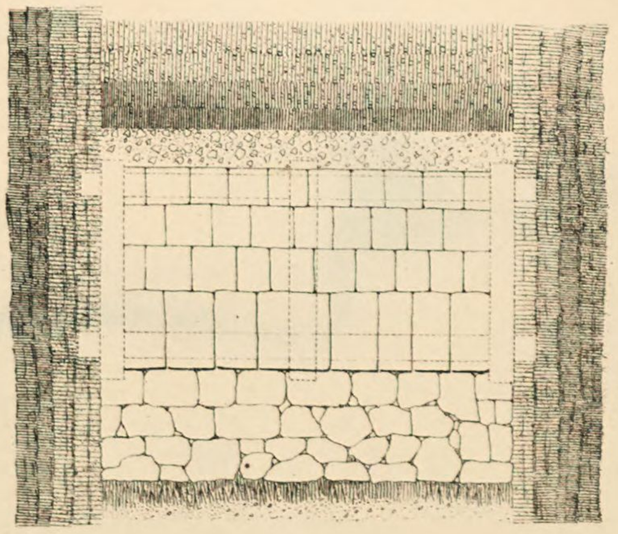
25a



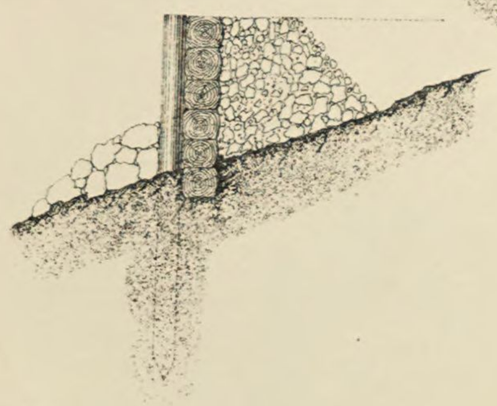
25c



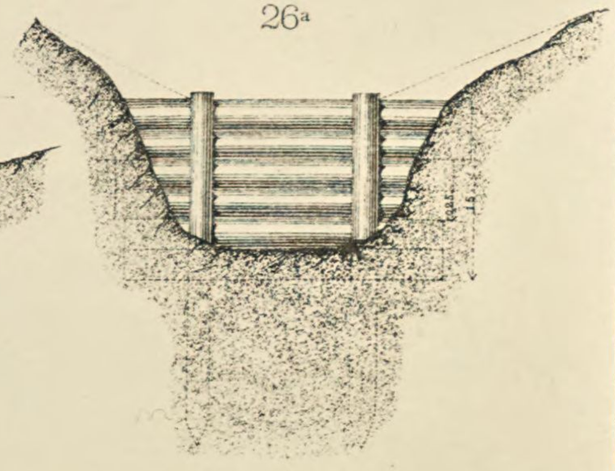
25b



26b



26a

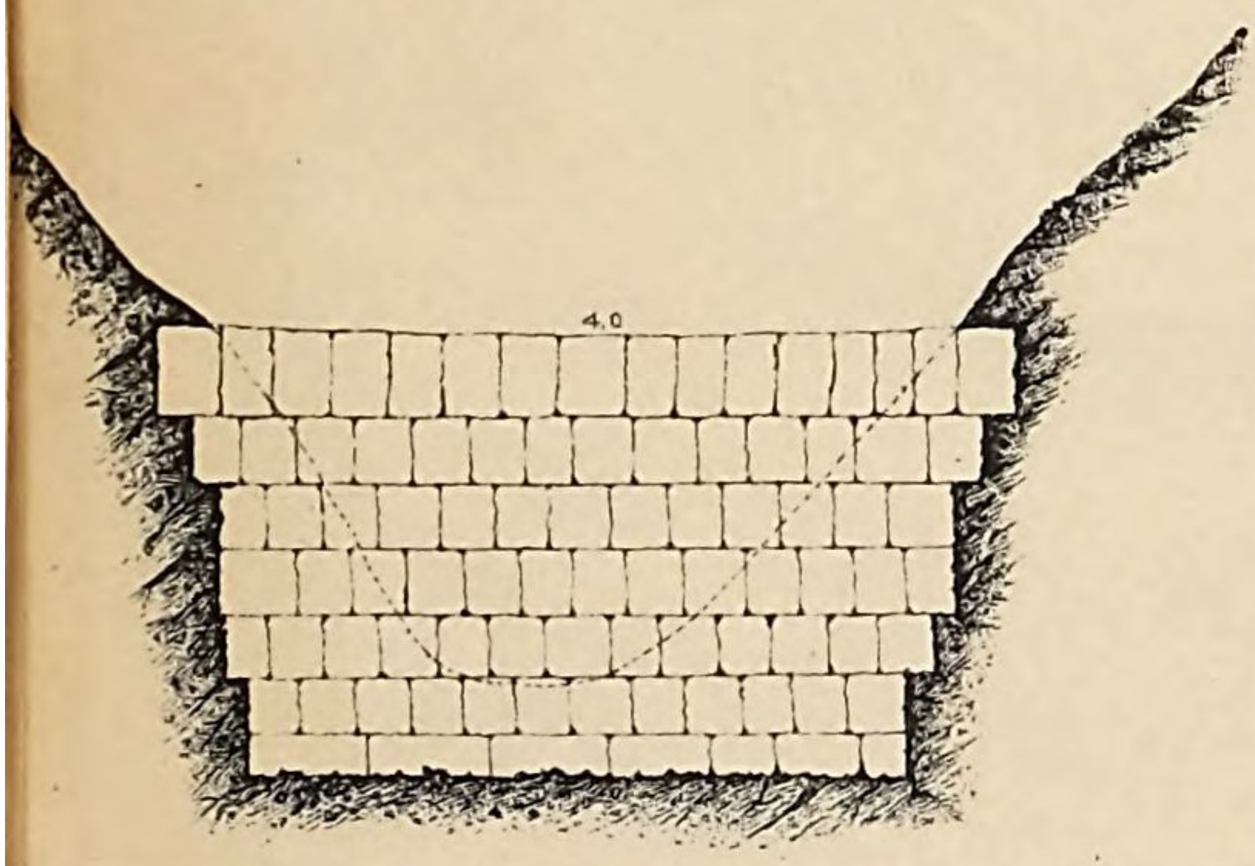


Massstab 1 : 75.

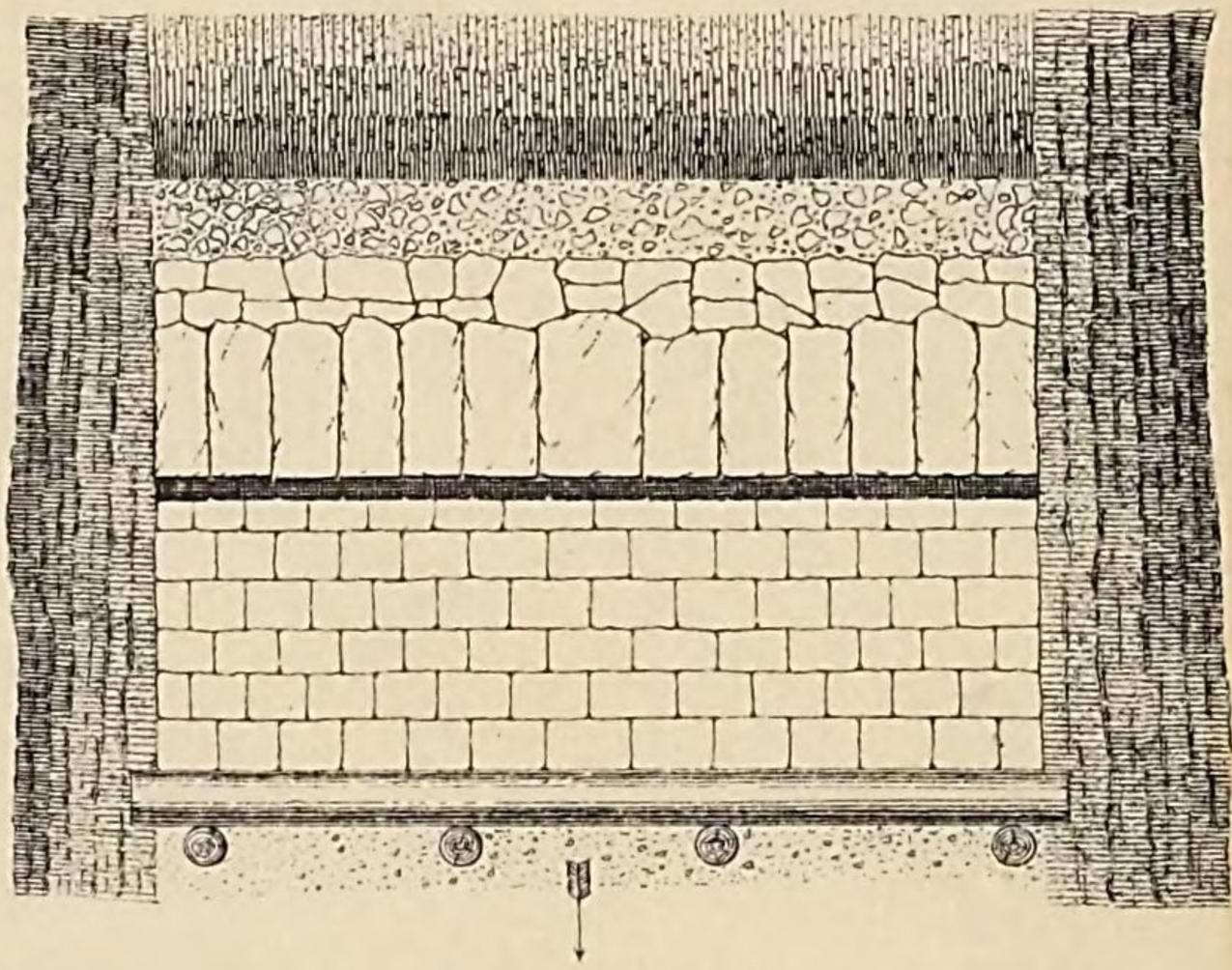
SPERREN.

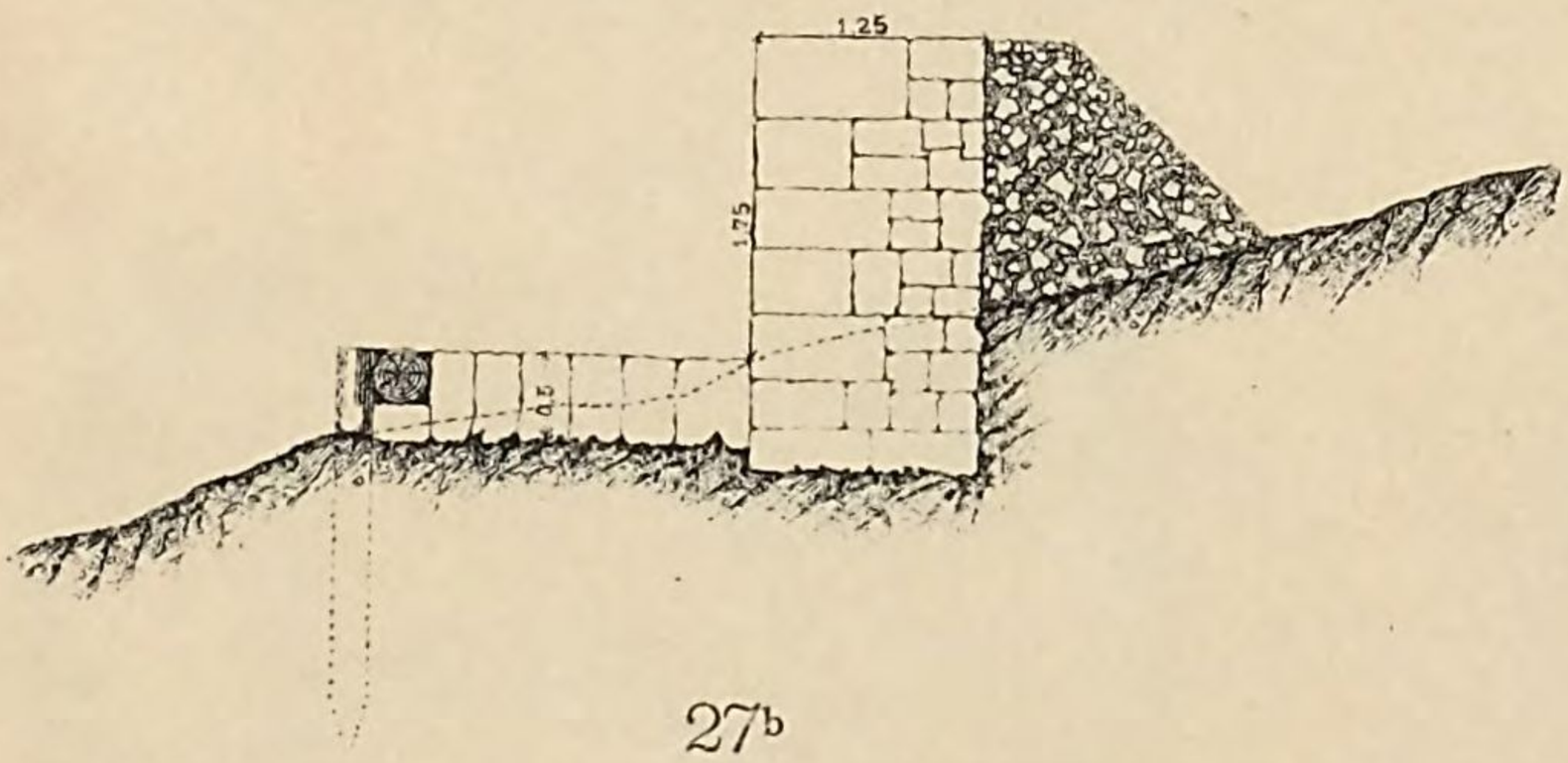
Gemauerte.

27a



27c





27b

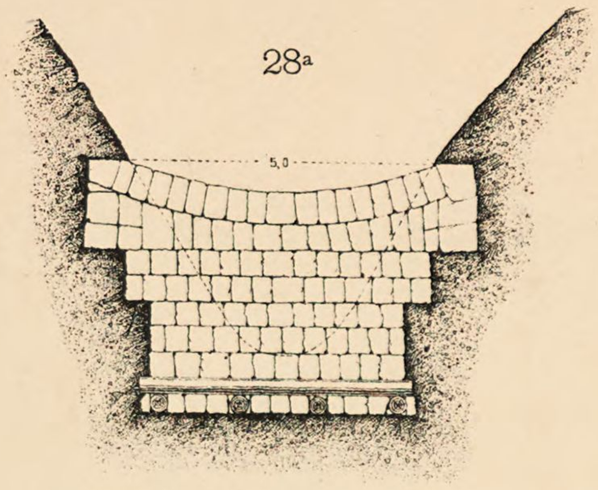
Massstab 1 : 100

SPERREN.

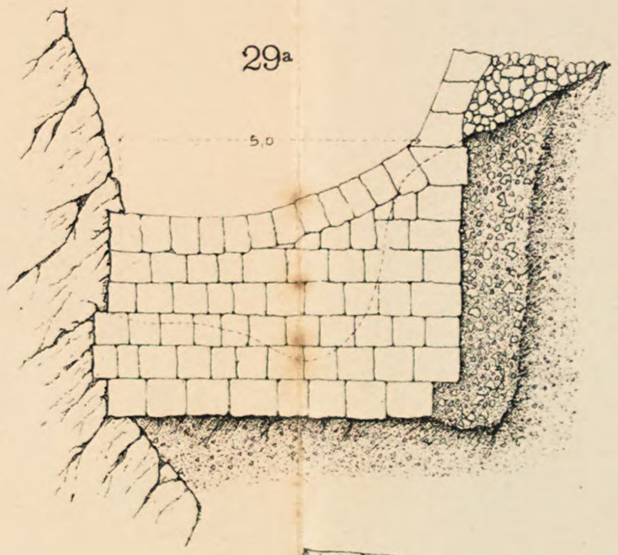
Gemauerte.

Taf. VIII.

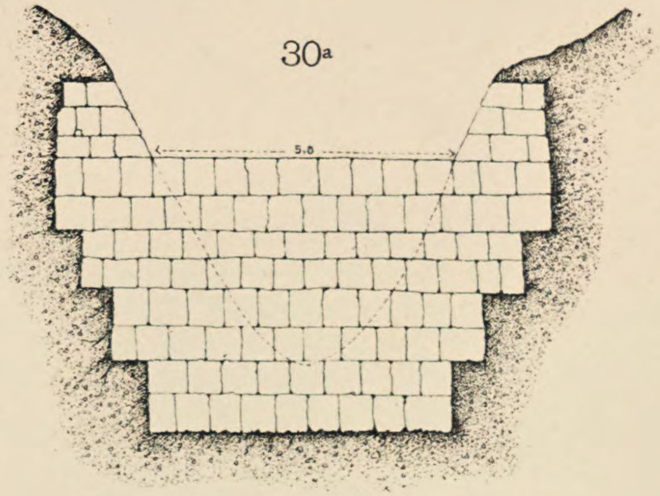
28a



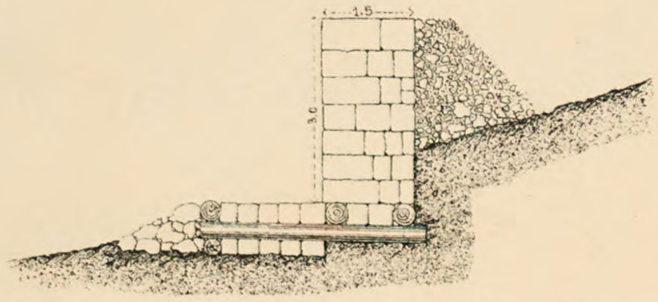
29a



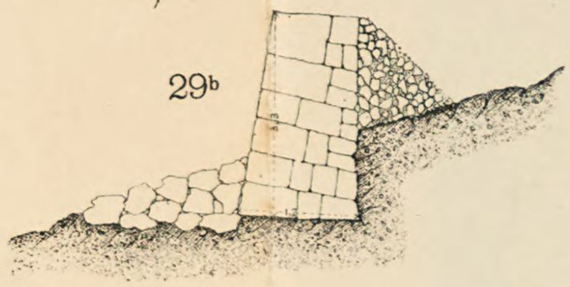
30a



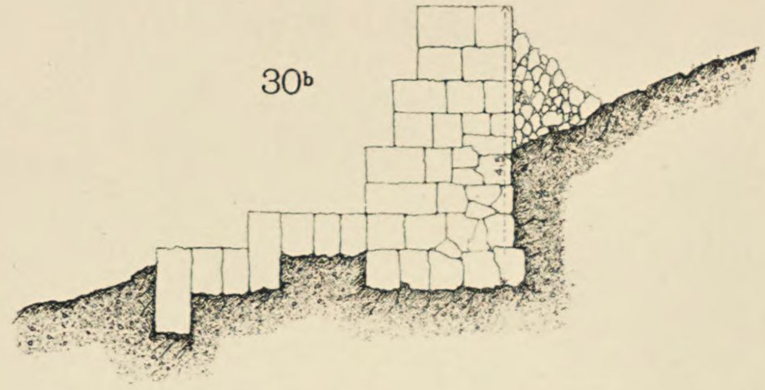
28b



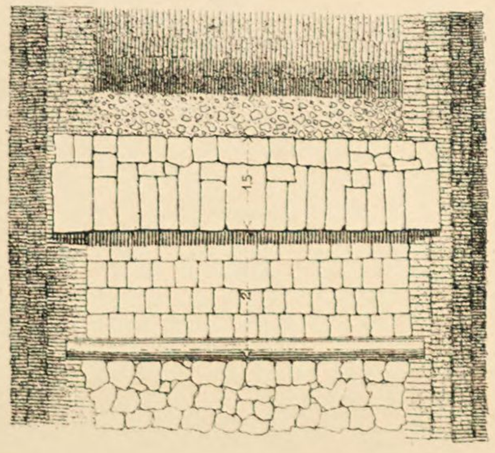
29b



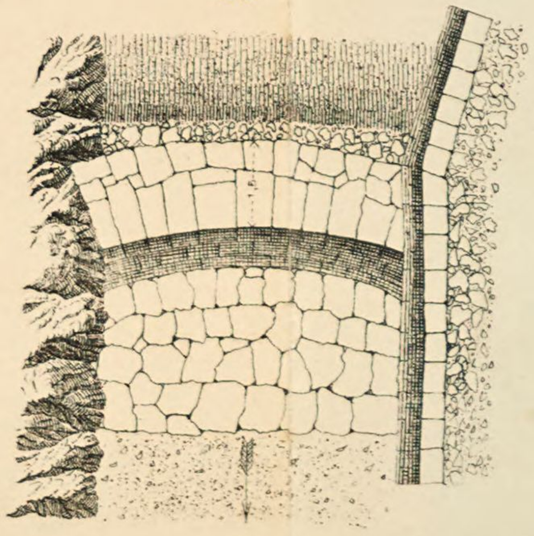
30b



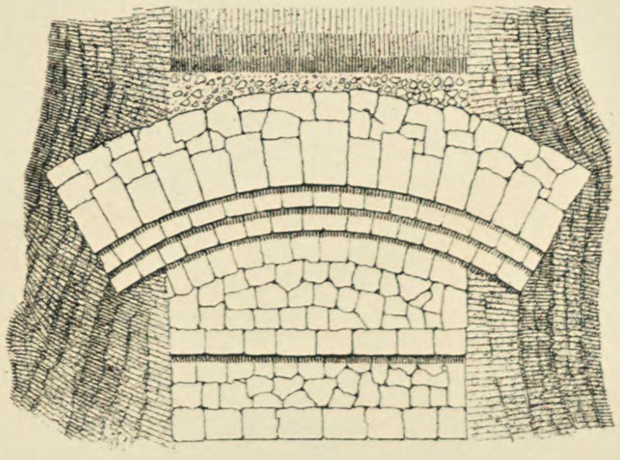
28c



29c



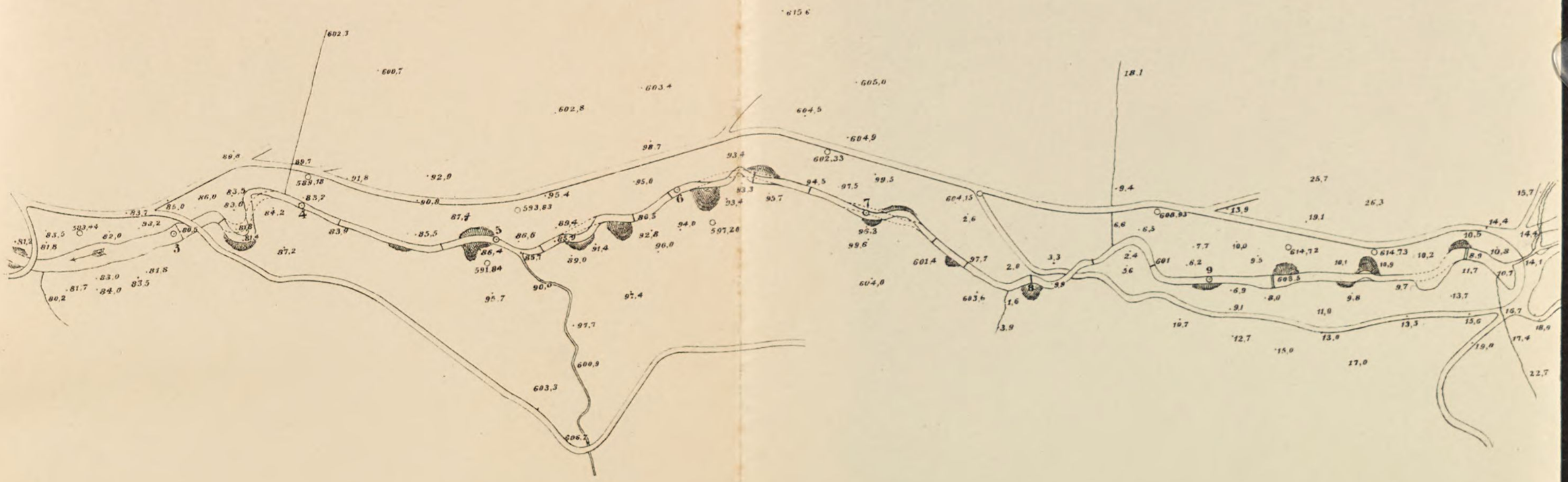
30c



Massstab 1 : 150

SITUATIONSPLAN
des
Huzikerbaches.
Oberer Theil.

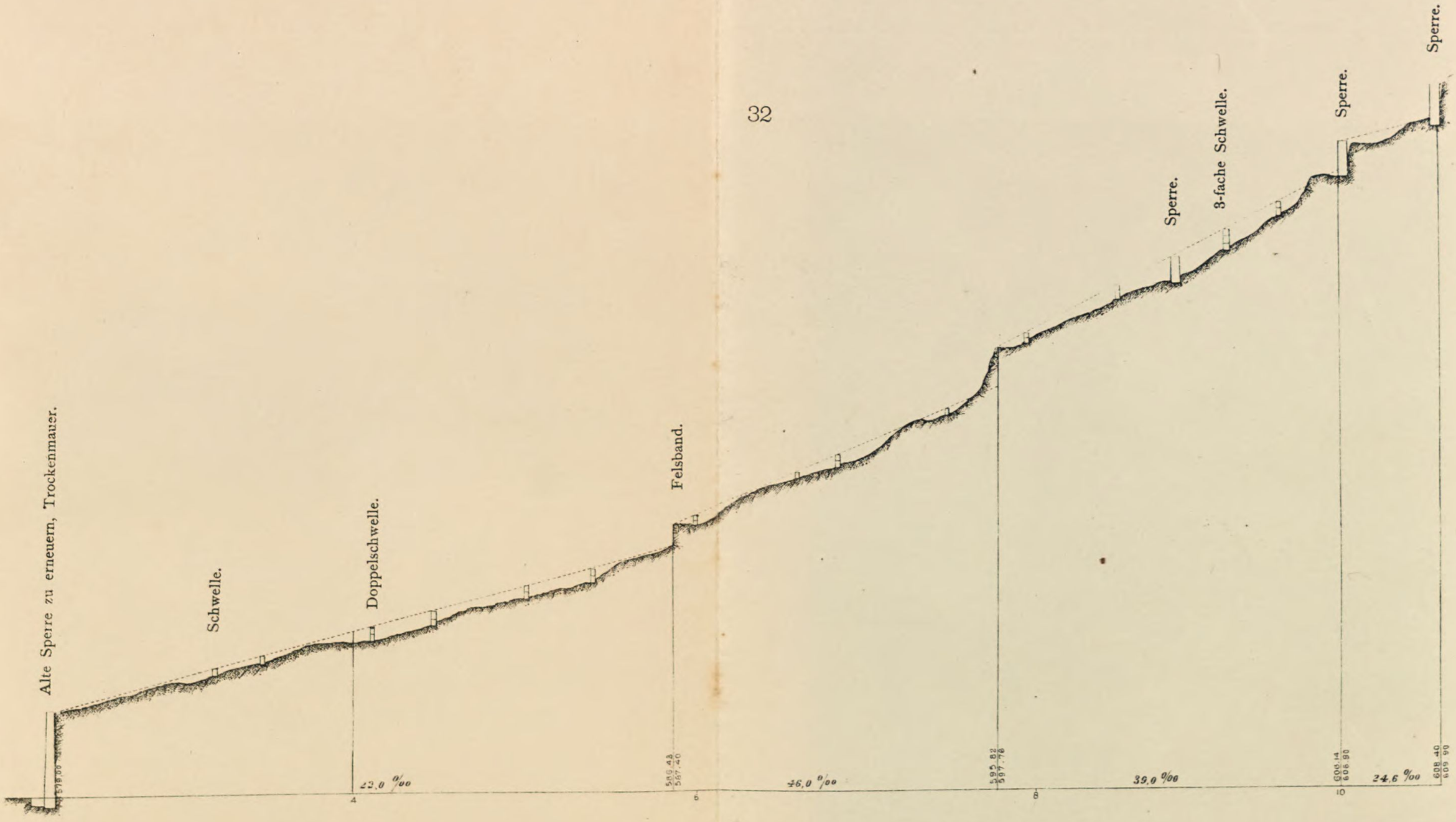
31



Massstab 1 : 3000

LÄNGENPROFIL
des
Huzikerbaches.
Oberer Theil.

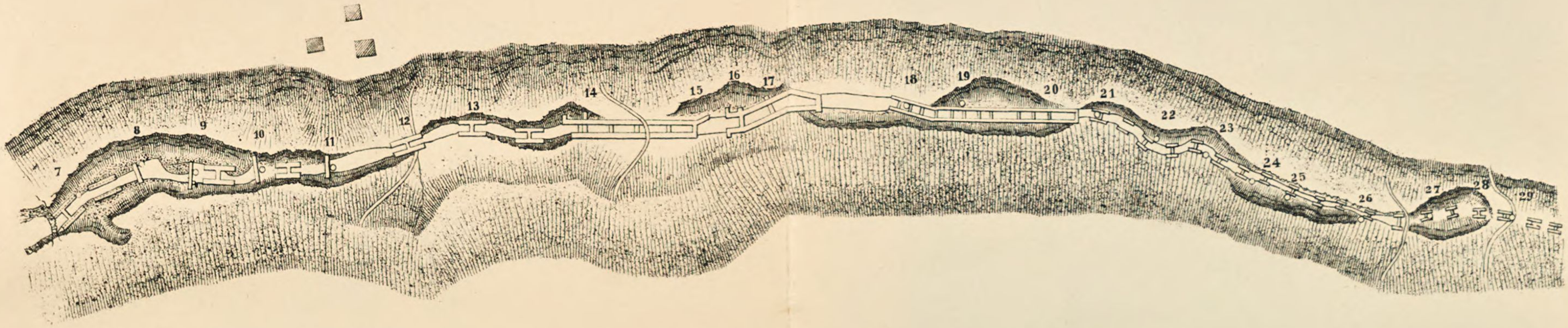
Taf. X.



Massstab: Längen 1 : 3000.
Höhen 1 : 300.

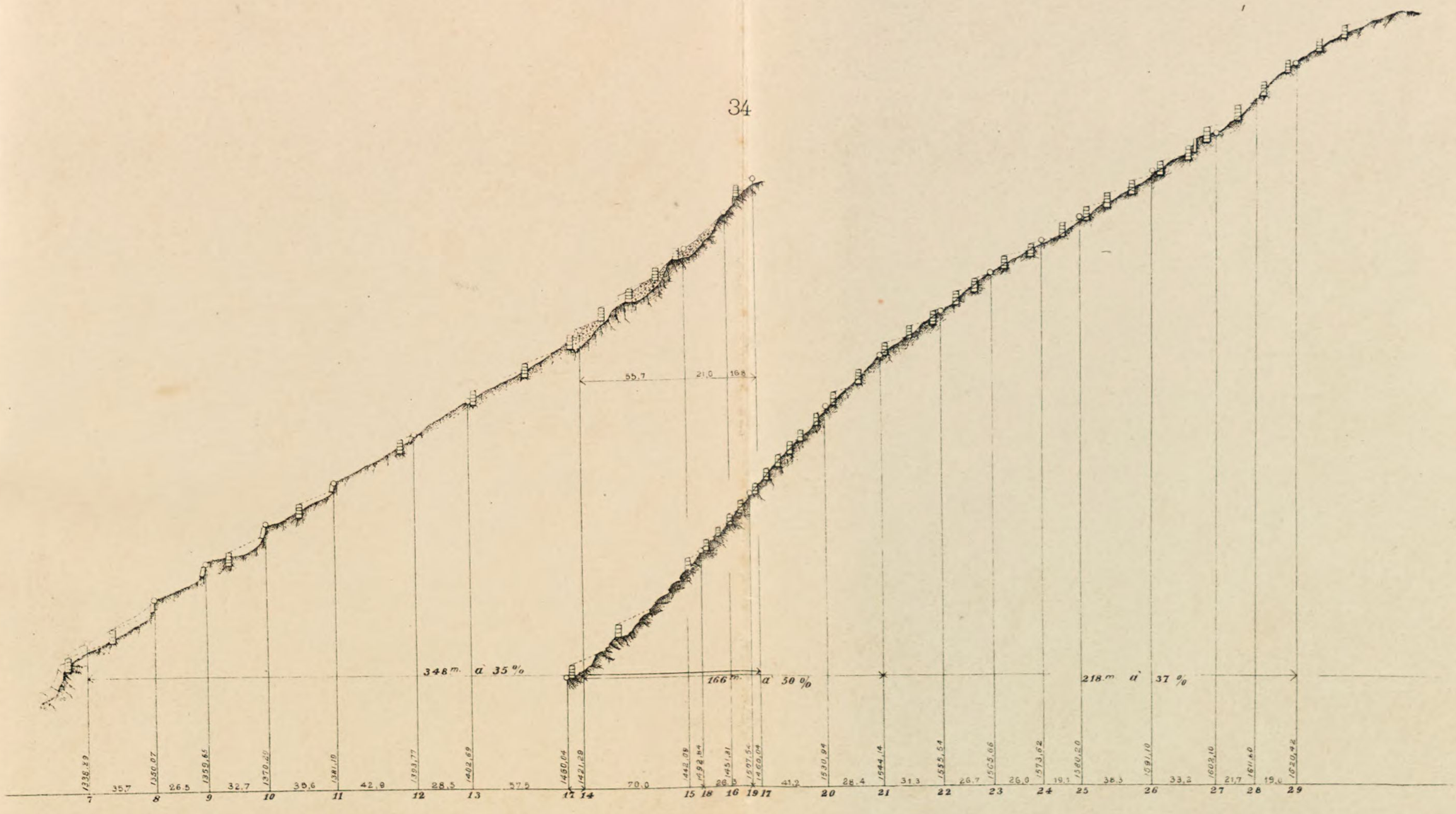
SITUATIONSPLAN
des
Mööseren-Grabens.
Oberer Theil.

Taf. XI.



Massstab 1 : 3000.

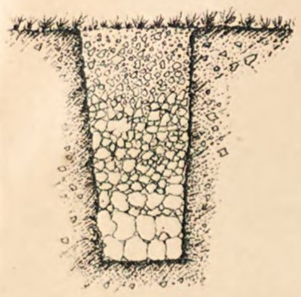
LÄNGENPROFIL
des
Mööseren-Grabens.
Oberer Theil.



Massstab: Längen 1 : 3000.
Höhen 1 : 1500.

ENTWÄSSERUNG.

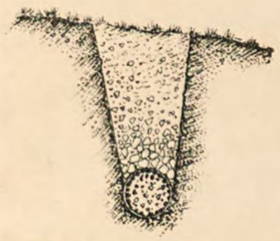
37



Schütttolle.

1 : 60

36

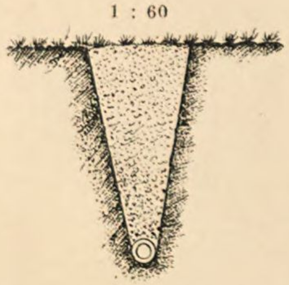


Faschine zur Entwässerung.

1 : 60

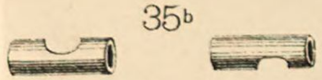
35ª

1 : 60

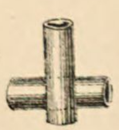


Drainröhren.

35ᵇ

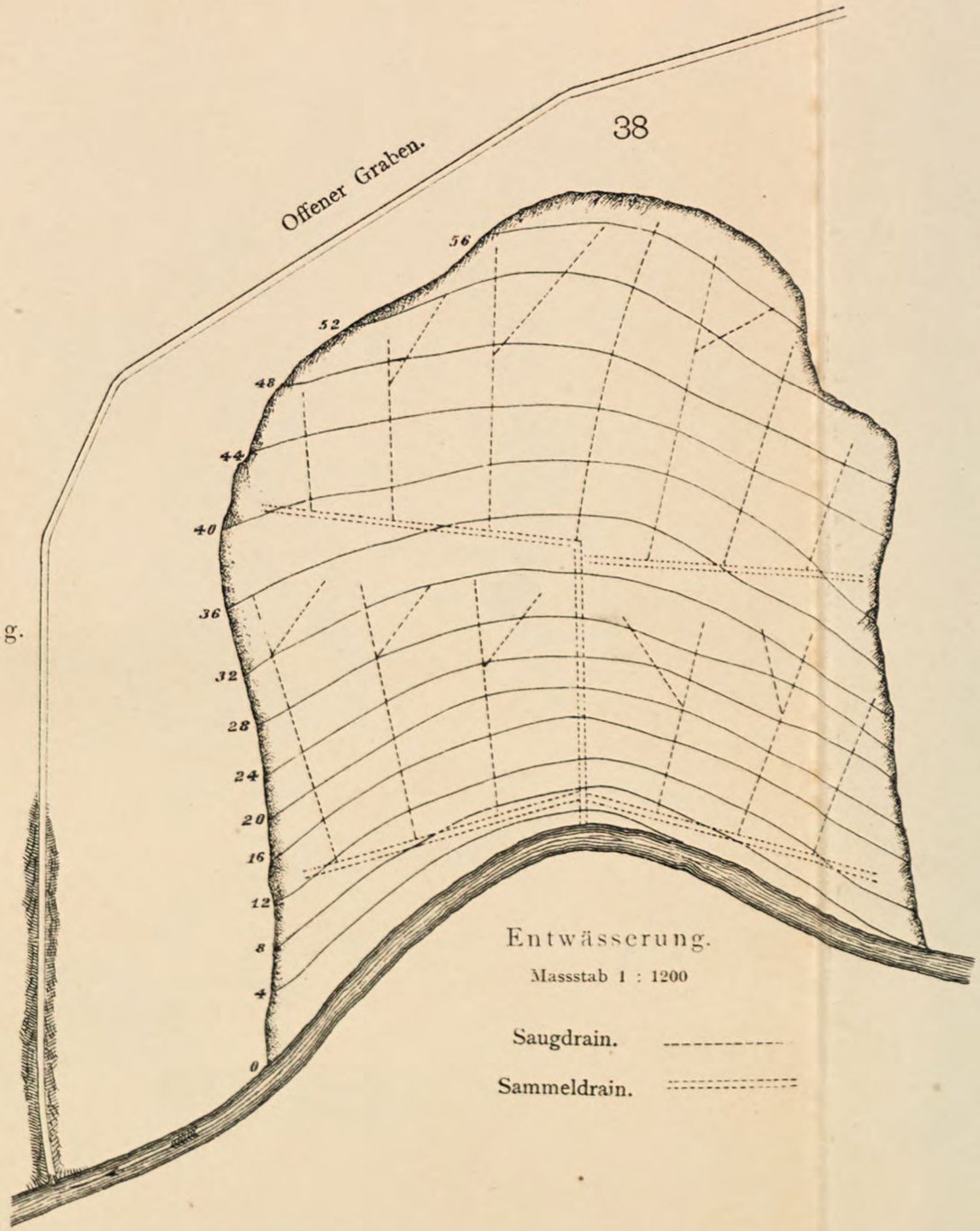


35ᶜ



1 : 30

38



Entwässerung.

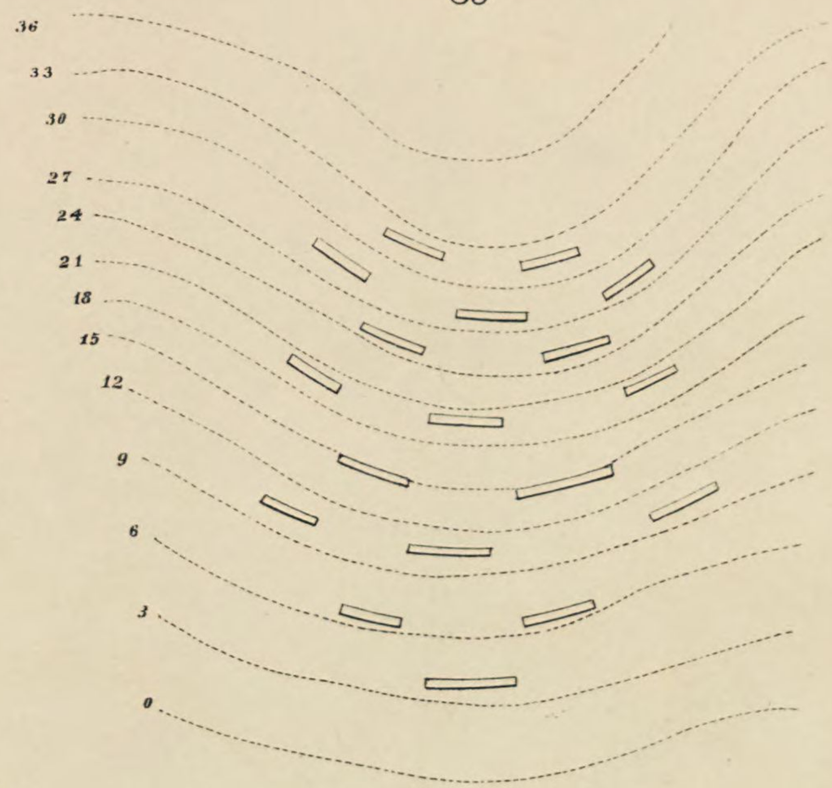
Massstab 1 : 1200

Saugdrain. ----------

Sammeldrain. ==========

SICKERGRÄBEN.

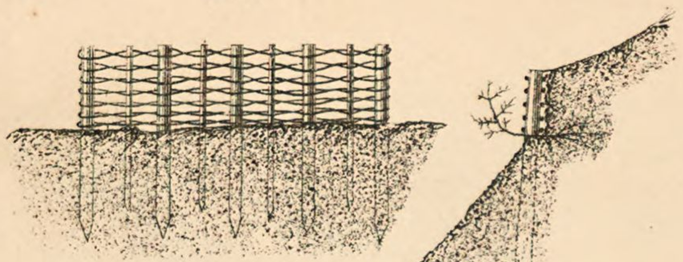
39



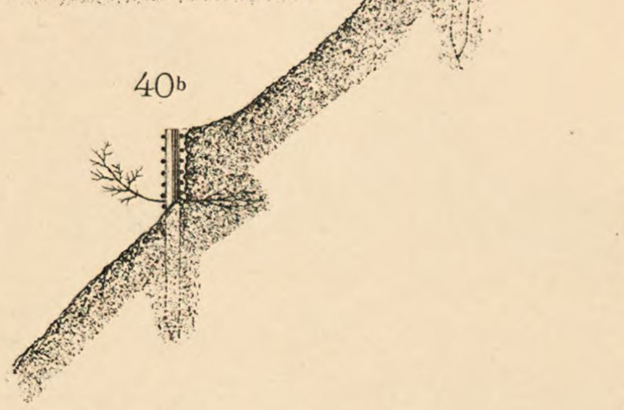
Horizontalgräben.

Massstab 1 : 1200

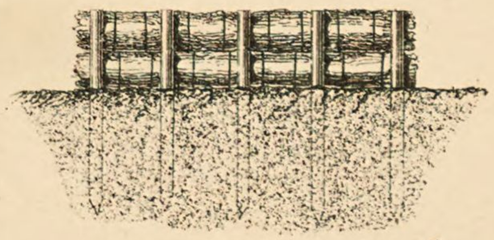
40a



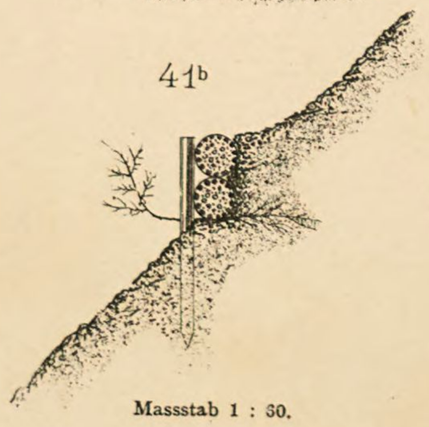
40b



41a

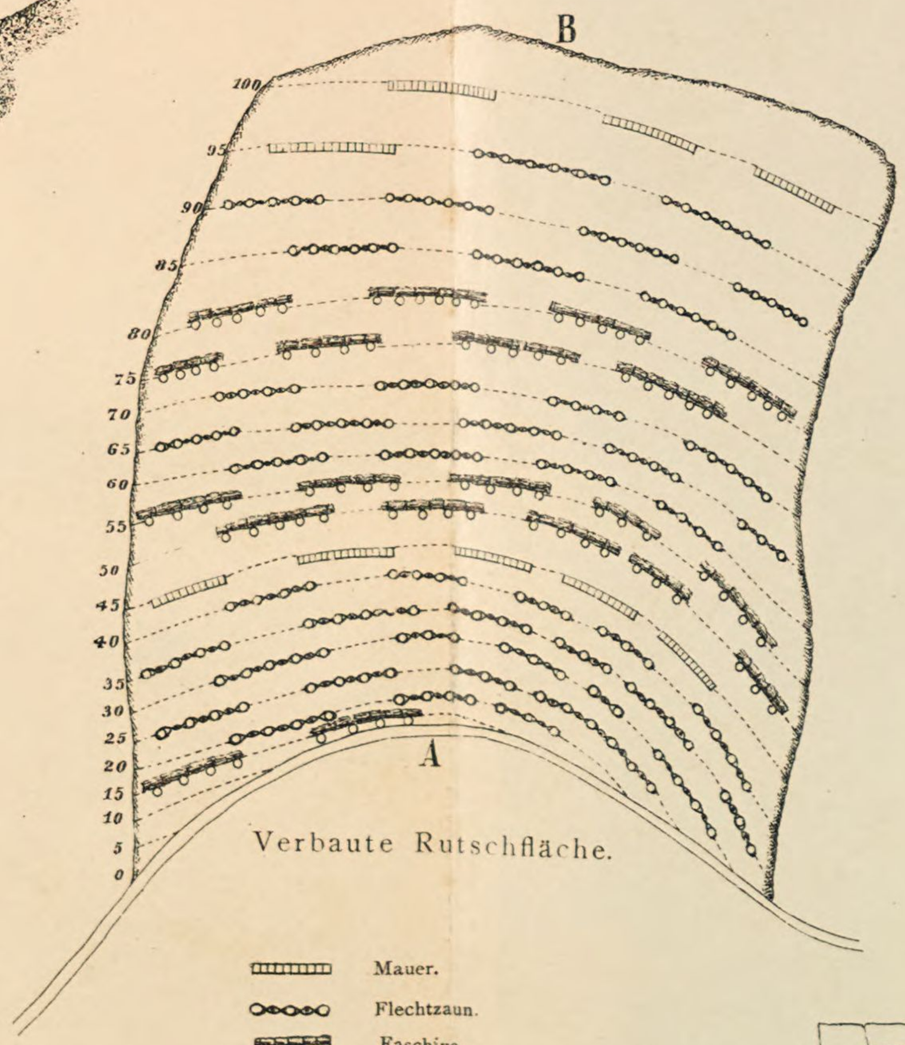


41b



Massstab 1 : 30.

43a



Verbaute Rutschfläche.

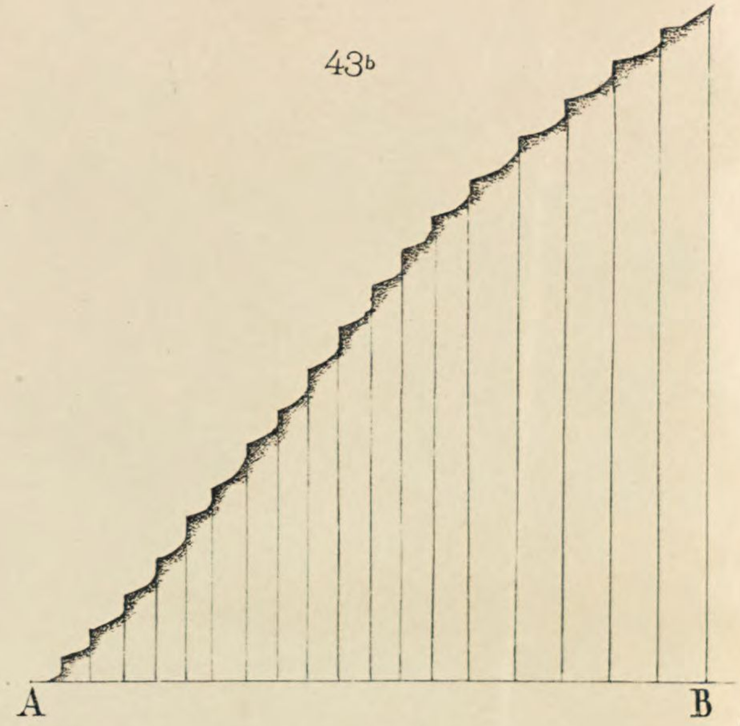
Mauer.

Flechtzaun.

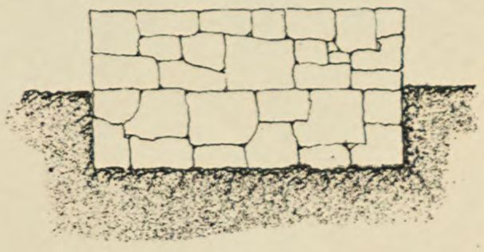
Faschine.

Massstab 1 : 1200

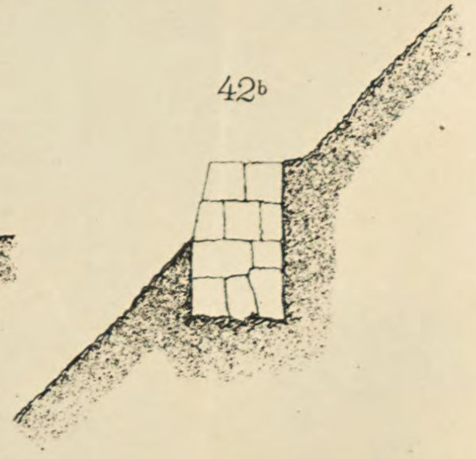
43b



42a



42b



Massstab 1 : 60.

BACHMÜNDUNGEN
in die Flüsse.

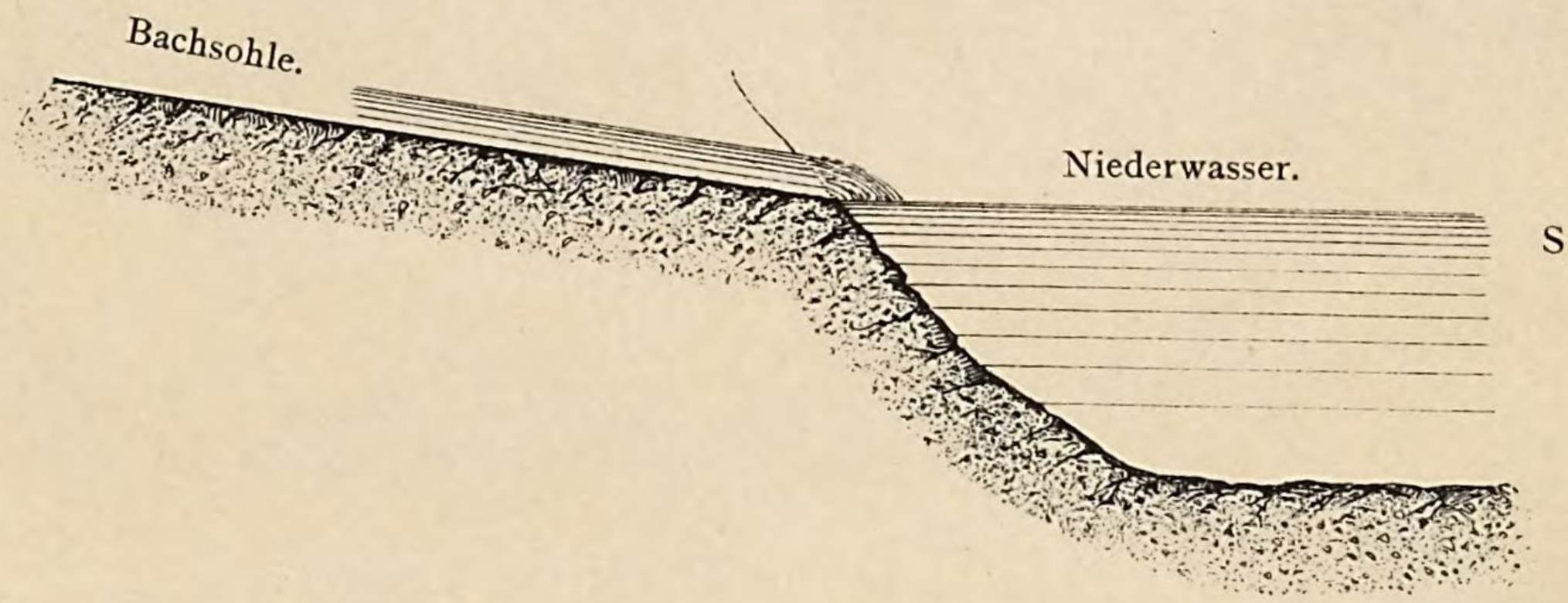
Taf. XV.

44

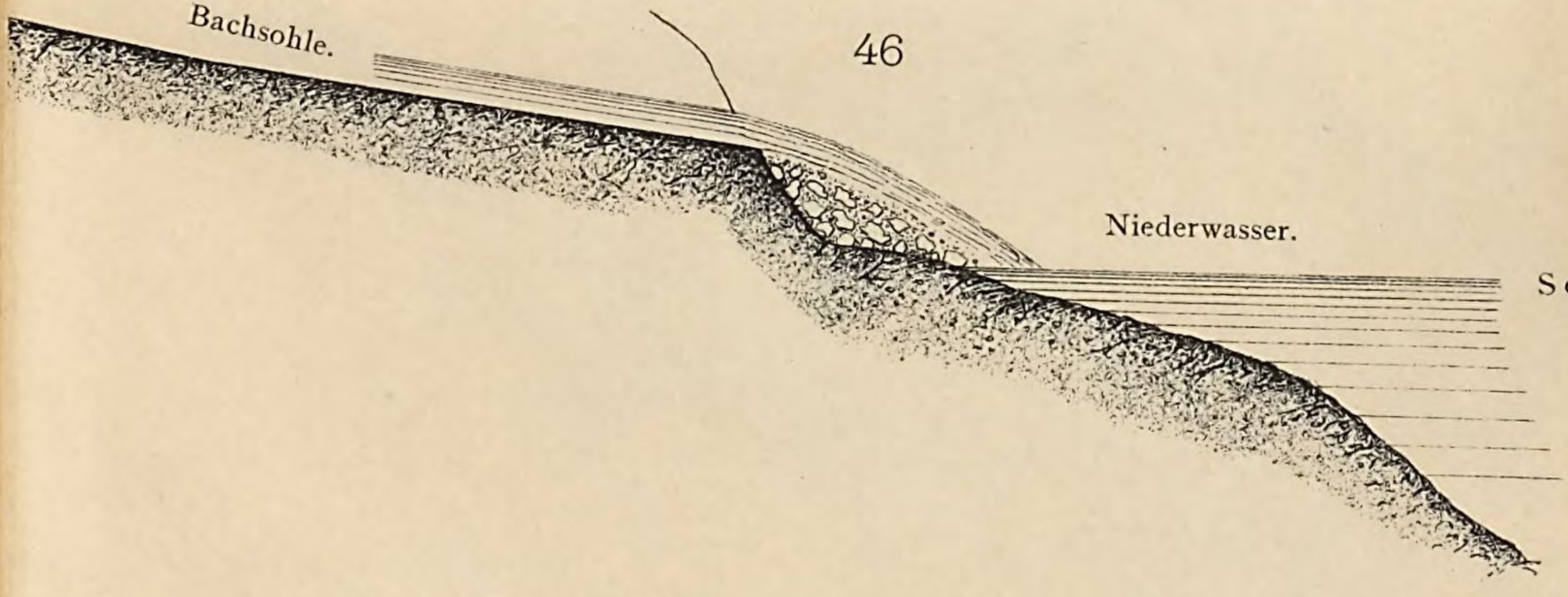
Massstab 1 : 125.

MÜNDUNG DER BÄCHE
in die Seen.

45



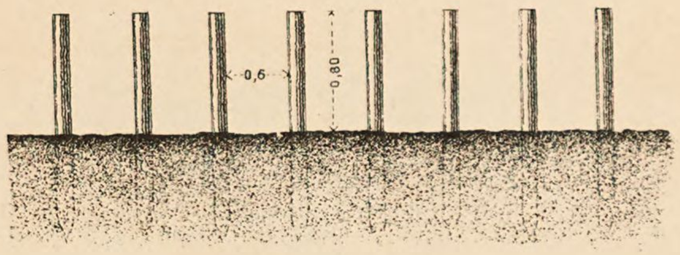
46



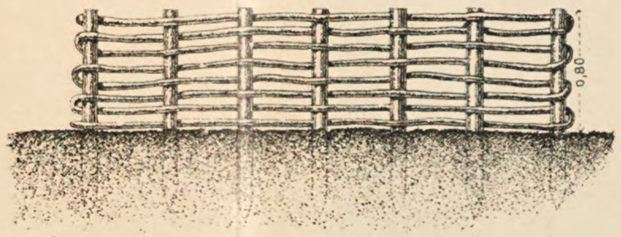
LAWINENVERBAUUNG.

Taf. XVII.

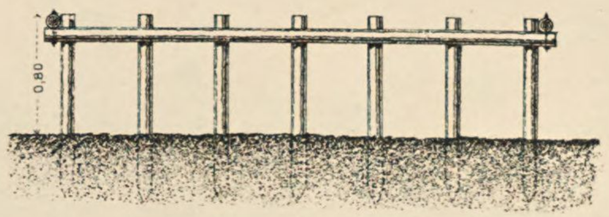
47a



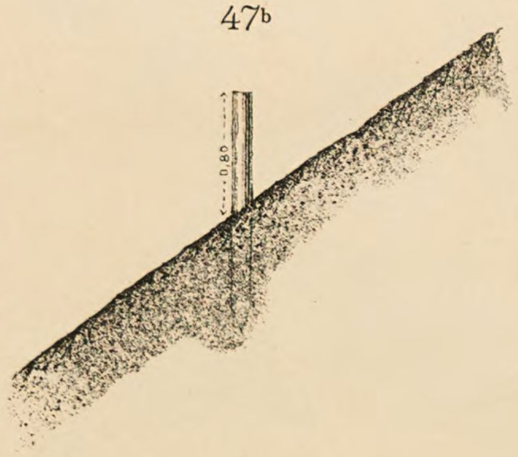
48a



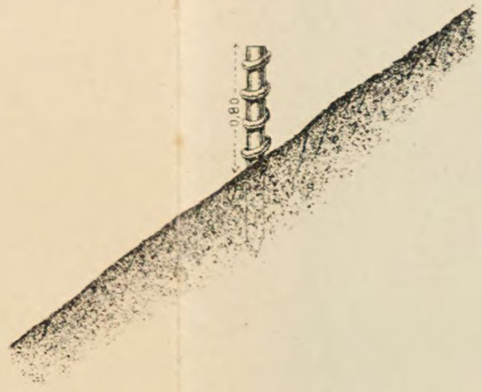
49a



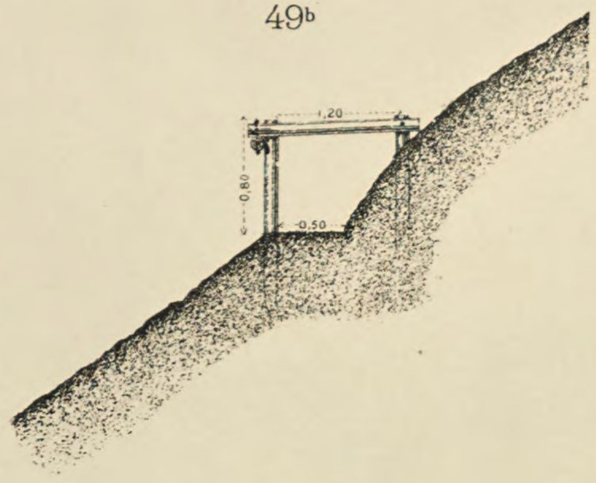
47b



48b

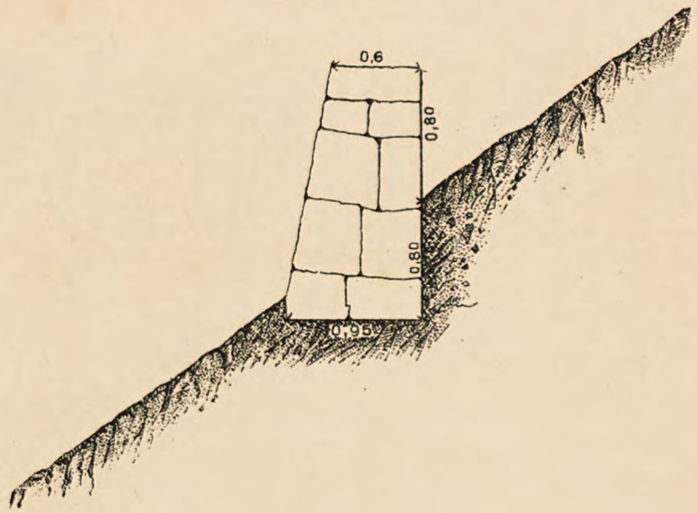


49b

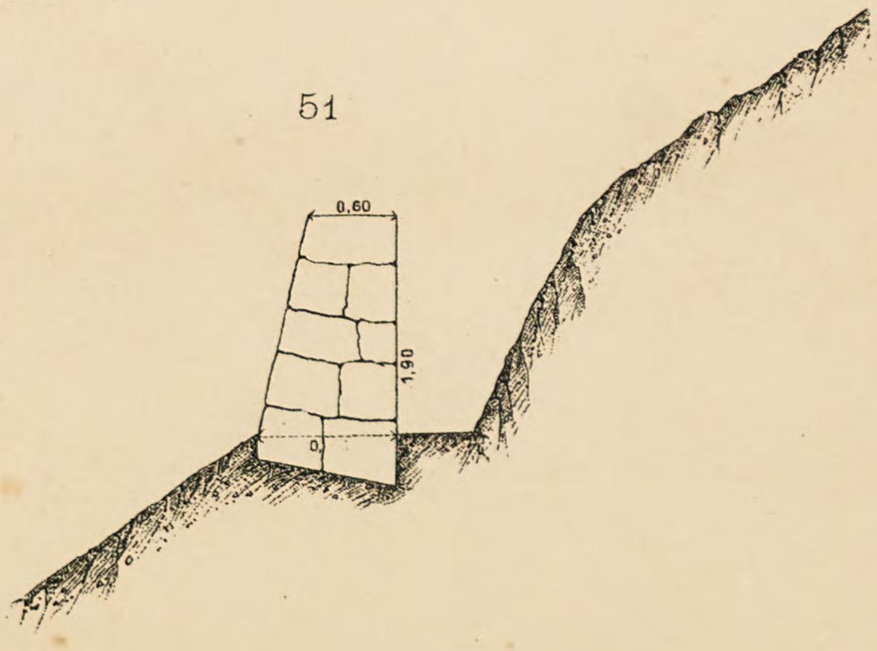


Massstab 1 : 75.

50

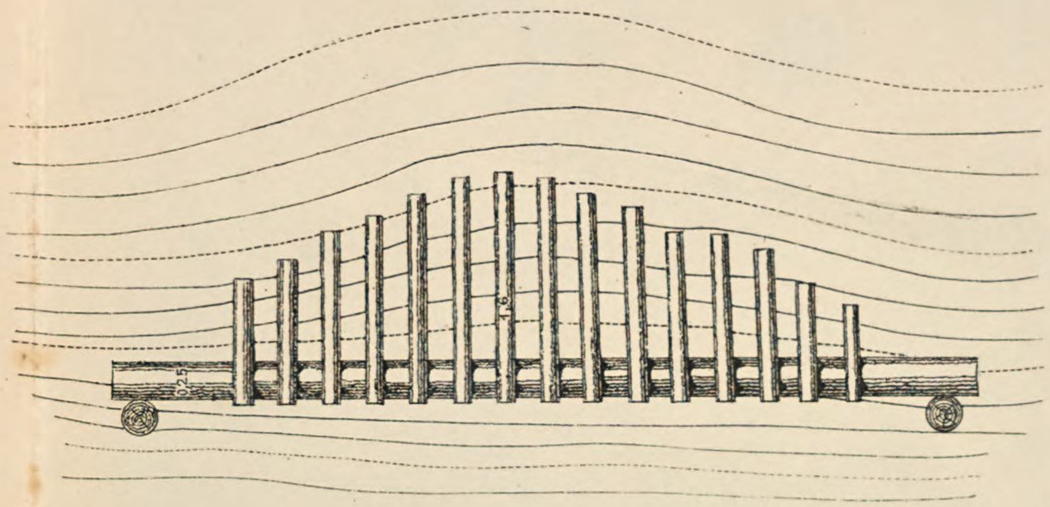


51



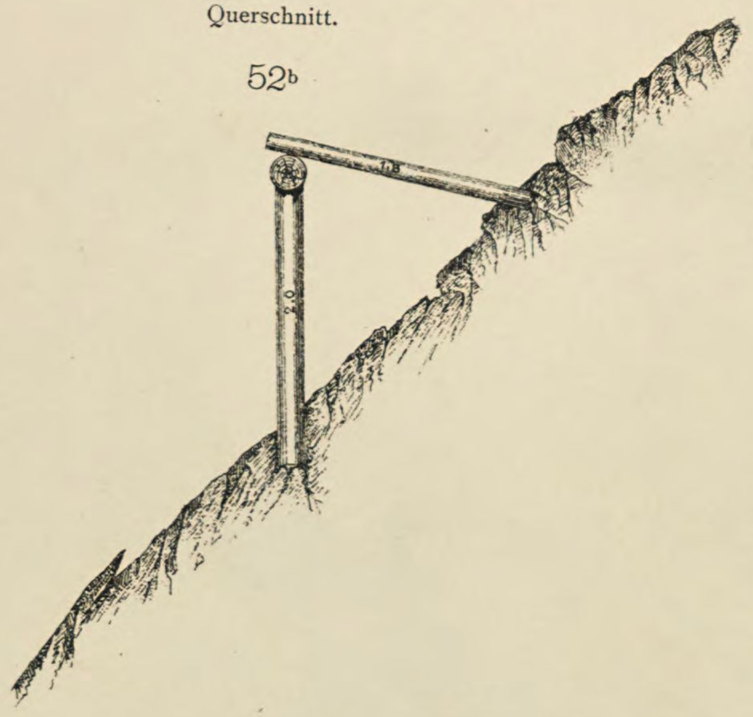
Grundriss.

52a



Querschnitt.

52b



Massstab 1 : 60.

SITUATIONSPLAN
eines Theils der Lawinenverbauung
in
Zuz.

53

Massstab 1 : 800.

Mk 5.—

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Landolt, Elias,

Die Bäche, Schneelawinen und Steinschläge und die Mittel zur Verminderung der Schädigungen durch dieselben

Zürich 1886

A.hydr. 1512 n
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11539086-0